

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Санкт-Петербургский государственный университет  
Высшая школа менеджмента

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ  
В ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

Выпускная квалификационная работа  
студентки 4 курса бакалаврской программы,  
профиль – Логистика

**ВЛАСОВОЙ Натальи Евгеньевны**

---

(подпись)

Научный руководитель  
к.ф.-м.н., доцент,  
ЗЯТЧИН Андрей Васильевич

---

(подпись)

**«СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ»**

---

(подпись научного руководителя)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Санкт-Петербург  
2018

## **ЗАЯВЛЕНИЕ О САМОСТОЯТЕЛЬНОМ ХАРАКТЕРЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Я, Власова Наталья Евгеньевна, студентка 4 курса Высшей школы менеджмента СПбГУ (направление «Менеджмент», профиль «Логистика»), заявляю, что в моей выпускной квалификационной работе на тему «Использование технологии интернета вещей в организации грузовых железнодорожных перевозок», представленной в службу обеспечения программ бакалавриата для последующей передачи в государственную аттестационную комиссию для публичной защиты, не содержится элементов плагиата. Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также из защищённых ранее курсовых и выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Мне известно содержание п. 9.7.1. Правил обучения по основным образовательным программам высшего и среднего профессионального образования в СПбГУ о том, что «ВКР выполняется индивидуально каждым студентом под руководством назначенного ему научного руководителя», и п. 51 Устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет» о том, что «студент подлежит отчислению из Санкт-Петербургского университета за представление курсовой или выпускной квалификационной работы, выполненной другим лицом (лицами)».

\_\_\_\_\_ (Подпись студента)

\_\_\_\_\_ (Дата)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ: АНАЛИЗ ХОЛДИНГА «РЖД» И ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ .....	8
1.1. Дизайн и инструментарий исследования .....	8
1.1.1. Этапы дизайна исследования.....	8
1.1.2. Серия интервью с экспертами – представителями холдинга «РЖД».....	11
1.2. Базовое определение технологии Интернета вещей и её применение в логистике .....	12
1.3. Базовая модель Интернета вещей .....	15
1.4. Направления деятельности и основные показатели ОАО «РЖД» как части холдинга «РЖД» .....	16
1.5. PEST-анализ отрасли грузовых ЖД перевозок и SWOT-анализ холдинга «РЖД».....	18
Выводы .....	25
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ .....	27
2.1. Обзор существующих практик внедрения IoT в ЖД грузоперевозках .....	27
2.2. Методика внедрения IoT в холдинге «РЖД».....	33
2.2.1. Формирование проектной команды (этап 1).....	34
2.2.2. Анализ технологии IoT (этап 2) .....	37
2.2.3. Анализ факторов макросреды и микросреды (этап 3) .....	45
2.2.4. Определение функциональных направлений внедрения IoT (этап 4).....	57
2.2.5. Разработка ССП (этап 5) .....	61
2.2.6. Определение конечной конфигурации системы IoT и планирование ресурсов (этап 6) .....	77
2.2.7. Запуск пилотного проекта (этап 7) .....	80
Выводы .....	80
ГЛАВА 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ .....	82
3.1. Определение обязанностей проектной команды: матрица RACI .....	82
3.2. Изменение бизнес-процессов холдинга «РЖД» .....	95
Выводы .....	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	103

## ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожная отрасль России является важной составляющей экономического развития страны: на её долю приходится больше четверти всего пассажиропотока и почти половина грузопотока. Ввиду того, что железнодорожные грузовые перевозки являются главным способом доставки грузов до экспортных портов, а международная торговля является важной составляющей ВВП, железнодорожные перевозки напрямую влияют на данный показатель и способны как увеличить, так и уменьшить потенциал его роста. Однако, не смотря на стратегическую значимость железнодорожной отрасли и статус одной из самых протяженных железных дорог в мире, Россия находится лишь на 23 месте по качеству железнодорожной инфраструктуры. Попытки улучшить ситуацию с качеством и безопасностью инфраструктуры и материально-технической базы привели к активному субсидированию государством и собственно самой госкорпорацией «РЖД» мероприятий по оценке уязвимости и мониторингу текущего состояния железнодорожной инфраструктуры, при этом экономическая нерациональность принятых мер сегодня выражается в том, что издержки мониторинга и обеспечения транспортной безопасности на железных дорогах во много раз превосходят экономические размеры потенциального ущерба, причём данные дорогостоящие операции зачастую проводятся специалистами с низкой квалификацией, что ещё сильнее усугубляет нерациональное использование финансовых ресурсов.

Четвёртая промышленная революция или активное развитие Индустрии 4.0, автоматизация, переходящая в диджитализацию, снижение участие человека в операциях, применение искусственного интеллекта, машинного обучения, анализ больших данных, внедрение Интернета вещей во всех отраслях от строительства умных домов и городов до здравоохранения и логистических услуг, открыли ряд возможностей по улучшению или полному реинжинирингу бизнес-процессов практически любой компании или целой индустрии. Железнодорожная отрасль России сталкивается с рядом проблем, устранить которые можно внедрением вышеперечисленных технологий: высокая доля трудоёмких рутинных операций, низкое качество доставляемых грузов, пропажи и порча груза при транспортировке, сильные отставания от графиков, отсутствие единых стандартов к информационному обмену между множеством участников железнодорожных перевозок. Холдинг «РЖД» как главный владелец железнодорожной инфраструктуры через ОАО «РЖД» и подвижного состава через дочерние компании выступил с инициативной интеграции Интернета вещей в бизнес-процессы всего холдинга. Однако холдинг «РЖД» столкнулся с рядом сложней в осуществлении данного проекта, во-первых, ввиду его

беспрецедентной масштабности, а во-вторых, ввиду отсутствия в российской литературе четкой терминологии, архитектуры, рекомендаций по внедрению или примеров успешного внедрения Интернета вещей как в целом, так и в железнодорожной отрасли в частности, а так же отсутствию универсальных стандартов применения данной технологии.

Объектом исследования является холдинг «РЖД».

Предметом исследования является технология Интернета вещей и её применение в грузовых железнодорожных перевозках.

Целью данной ВКР является разработка методики внедрения инструментов Интернета вещей в грузовые железнодорожные перевозки холдинга «РЖД».

В рамках данной ВКР поставлены следующие задачи:

1. Определение лучших мировых практик по внедрению Интернета вещей в железнодорожной отрасли;
2. Выявление задач холдинга «РЖД» к решению посредством применения технологии Интернета вещей;
3. Разработка шагов и рекомендаций по внедрению Интернета вещей в холдинге «РЖД».

Формат ВКР – консалтинговый проект.

ВКР состоит из 3 глав. В *первой главе* представлен дизайн исследования ВКР, проведён сбор и анализ первичных и вторичных данных, в т.ч. анализ документов холдинга «РЖД», на основании которых приведена характеристика ОАО «РЖД» как крупнейшей железнодорожной компании России, проведены PEST и SWOT анализы для оценки внешней и внутренней среды.

Во *второй главе* разработана методика внедрения технологии Интернета вещей для улучшения основных бизнес-процессов, связанных с осуществлением грузовых перевозок, в холдинге «РЖД» в целом и ОАО «РЖД» в частности, состоящая из 7 этапов. 1) Формирование проектной команды, 2) анализ технологии IoT, 3) анализ факторов макросреды и микросреды, 4) определение функциональных направлений внедрения IoT, 5) разработка ССП, 6) определение конечной конфигурации системы IoT и планирование ресурсов, 7) запуск пилотного проекта. В рамках этапов проведён сбор и анализ первичных и вторичных данных, на основании которых составлены определение, принципы функционирования и адаптирована под холдинг «РЖД» эталонная модель Интернета вещей (семиуровневая архитектура, от физических объектов, до приложений и принятия управленческих решений, позволяющая разрабатывать конфигурацию Интернета вещей по единым стандартам). Определены требования к проектной команде, каждому специалисту которой присвоена роль. Классифицирована информация при

осуществлении грузоперевозок, которую необходимо собрать и передать для дальнейшего анализа: об атрибутах груза, для идентификации транспорта, о трафике и инфраструктуре, для трекинга транспорта и груза, о состоянии груза, об операциях на складе. Определены функциональные направления внедрения Интернета вещей, технологии к приобретению холдингом; основные информационные, технологические, операционные и экономические барьеры и стимулы внедрения Интернета вещей, составлен список требований к компаниям для целесообразного внедрения технологии. Для получения одобрения заинтересованных сторон, включая одобрение бюджета проекта, необходимо предоставить способы оценки эффективности проекта, определить его ценность для бизнеса. Так как оценка эффекта внедрения Интернета вещей осложняется отсутствием фиксированной себестоимости, а результаты являются количественными и качественными, была разработана упрощённая ССП для мониторинга и оценки эффективности технологии Интернета вещей. Данная система показателей позволит следить за достижением целей и оценить результаты внедрения Интернета вещей по направлениям финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы, инновации и обучение.

*В третьей главе* даны рекомендации к принятию решений для внедрения технологии Интернета вещей на базе методики, разработанной в главе 2 данной ВКР. Во-первых, построена матрица RACI, в которой распределены зоны ответственности членов кросс-функциональной проектной команды в каждом из этапов внедрения Интернета вещей. Во-вторых, для демонстрации изменений в осуществлении бизнес-процессов холдинга «РЖД» до и после внедрения Интернета вещей как один из примеров моделей процессов информационного обмена при внедрении Интернета вещей в холдинге «РЖД», была построена базовая модель обмена информацией при заказе грузоперевозок. Данная модель также должна использоваться IoT-специалистами кросс-функциональной команды для разработки технических аспектов системы Интернета, исходя из выбранного функционального направления.

Рекомендации по подготовке и внедрению технологии Интернета вещей дополняют и агрегируют существующие исследования и методики внедрения Интернета вещей в грузовых железнодорожных перевозках.

При подготовке данной ВКР были использованы следующие источники информации: базы данных ВШМ и СПбГУ (Web of Science, SAGE, Emerald, Scopus), научные публикации российских и зарубежных авторов, кейсы реального внедрения технологии Интернета вещей на промышленных предприятиях (бенчмаркинг), отчёты и официальный веб-сайт холдинга «РЖД». Была проведена серия интервью с сотрудниками холдинга «РЖД». Во-первых, групповое интервью с Горбатовым Андреем Викторовичем,

заместителем начальника службы корпоративной информации Октябрьской ЖД – филиала ОАО «РЖД» – по вопросам существующих проблем холдинга «РЖД» и направлениям работы холдинга по внедрению технологии Интернета вещей, и со специалистом по IT-технологиям ОАО «РЖД» по вопросам барьеров и преимуществ, присутствующих в железнодорожной отрасли в целом и в холдинге в частности с точки зрения ресурсов, необходимых для внедрения Интернета вещей. Во-вторых, телефонное интервью с ответственным за управление бизнес-процессами в ОАО «РЖД» для определения и дальнейшего анализа бизнес-процессов холдинга с точки зрения заказа клиентом грузоперевозок и внедрения в сопутствующие операции технологии Интернета вещей.

# ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ: АНАЛИЗ ХОЛДИНГА «РЖД» И ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

## 1.1. Дизайн и инструментарий исследования

В данной главе, во-первых, будет представлен дизайн исследования ВКР. Во-вторых, в рамках 1<sup>го</sup> этапа исследования «Сбор и анализ вторичных данных» и 2<sup>го</sup> этапа «Сбор и анализ первичных данных» будет приведена характеристика операционных и финансовых показателей деятельности холдинга «РЖД» и будет проведен анализ внутренней и внешней среды холдинга через SWOT-анализ и PEST-анализ. В-четвёртых, будет проанализирована технология Интернета вещей через базовое определение Интернета вещей, примеры применения технологии и базовую модель функционирования Интернета вещей.

### 1.1.1. Этапы дизайна исследования

Дизайн исследования необходим для структурированного представления плана работы над проблемой исследования и ответа на вопросы исследования. Разрабатываются и описываются этапы работы над проблемой от обзора литературы, методов сбора и анализа данных до решения проблемы и конечных выводов.<sup>1</sup> В рамках 1<sup>го</sup> этапа исследования «Сбор и анализ вторичных данных» для составления дизайна данной ВКР были изучены статьи и кейсы по внедрению Интернета вещей.

В статье «Internet of Things for Smart Railway: Feasibility and Applications»<sup>2</sup> предлагается методика по внедрению Интернета вещей на железной дороге, исходя из заранее выделенных на основе сбора и анализа первичных и вторичных данных проблем. Для разработки решения строится модель бизнес-процессов (BPM), анализируется и строится архитектура Интернета вещей, затем данная архитектура накладывается на модель функционирования железнодорожной системы.

В исследовании «Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector»<sup>3</sup> описываются начальные стадии пилотного проекта по внедрению Интернета вещей в грузовых железнодорожных перевозках в Швеции в частности и ЕС в целом. Базируясь на предыдущих исследованиях проблем ЖД-отрасли, которые можно решить путём

---

<sup>1</sup> Salkind N. Research Design Principles [Электронный ресурс] / Neil J. Salkind // Encyclopedia of Research Design. Sage Research Methods. — 2010. — Режим доступа: <http://methods.sagepub.com.ezproxy.gsom.spbu.ru:2048/Reference/encyc-of-research-design/n381.xml> (дата обращения: 02.02.2018).

<sup>2</sup> Ohyun J. Internet of Things for Smart Railway: Feasibility and Applications [Электронный ресурс] / J. Ohyun // IEEE Internet of Things Journal. База данных Scopus. — 2017. — Режим доступа: <http://proxy.library.spbu.ru:2242/document/8026132/?reload=true> (дата обращения: 08.03.2018).

<sup>3</sup> Berg M., Nordlindh M. Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector / M. Berg, M. Nordlindh // Department of Informatics and Media Uppsala University Sweden. — 2012. — P. 37-45.



внедрения Интернета вещей, а также проведя ряд экспертных интервью, авторы выделили на основе анализа вторичных и первичных данных основные барьеры и преимущества внедрения Интернета вещей, предложили архитектуру для различных уровней Интернета вещей и совместили их с моделями функционирования процессов на железной дороге.

В статье «Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways»<sup>4</sup> сначала анализируются барьеры и преимущества внедрения Интернета вещей, затем строятся схемы взаимодействия объектов в системе Интернета вещей с точки зрения железнодорожных перевозок. В итоге предлагается модель взаимодействия железнодорожных сервисов в рамках Интернета вещей.

Таким образом, в каждой из вышеперечисленных статей сначала анализируются вторичные и первичные данные об Интернете вещей, его преимуществах и барьерах внедрения, особенностях функционирования конкретной железнодорожной отрасли или сервиса. Затем строятся модели или архитектуры собственно Интернета вещей и систем, в которых планируется использовать инструменты Интернета вещей (например, архитектура функционирования железнодорожной системы страны, схема взаимодействия субъектов грузовых железнодорожных перевозок). Далее строится общая модель с учетом всех архитектур. В данной ВКР будем действовать по аналогии, добавляя подходящие инструменты исследования. Схема дизайна исследования представлена на рисунке 1.



**Рис. 1.** Схема дизайна исследования ВКР

<sup>4</sup> Fraga-Lamas P. Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways / P. Fraga-Lamas // MPDI: Sensors Open Access Journal. – 2017. – P. 5-25.

### **Этап 1. Сбор и анализ вторичных данных: терминологии, барьеров, стимулов и процедуры внедрения IoT, устройства IoT, функционирование холдинга «РЖД»**

На первом этапе предполагается изучение и анализ ряда источников. К ним относятся: базы данных ВШМ и СПбГУ (Web of Science, SAGE, Emerald, Scopus), научные публикации российских и зарубежных авторов, кейсы реального внедрения технологии Интернета вещей на промышленных предприятиях (бенчмаркинг), отчёты и официальный веб-сайт холдинга «РЖД». Анализ данных источников необходим, во-первых, для понимания тематики ВКР. Во-вторых, для определения проблем и вызовов в грузовых железнодорожных перевозках в России, стимулов и барьеров, преимуществ и недостатков внедрения технологии Интернета вещей в целом и в транспортной и складской логистике в частности. В-третьих, для определения устройства Интернета вещей с точки зрения информационных технологий, процессов управления, технологии внедрения и физической составляющей.

### **Этап 2. Сбор и анализ первичных данных**

В рамках второго этапа для выявления ожиданий холдинга «РЖД» от внедрения Интернета вещей, уже имеющихся интеллектуальных, технологических и материальных ресурсов, отсутствующих компетенций, выделенных на проект ресурсов, планируется проведение серий интервью с представителями холдинга «РЖД» как метод сбора первичных данных. Интервью-1 для определения существующих проблем и стратегических целей холдинга «РЖД». Интервью-2 со IT-специалистом холдинга «РЖД» для определения факторов, влияющих на внедрение Интернета вещей в железнодорожной отрасли и в холдинге «РЖД», с точки зрения IT.

В рамках интервью-3 будет также произведён сбор информации об устройстве бизнес-процессов компании для составления модели взаимодействия клиента с холдингом при заказе грузовых железнодорожных перевозок.

### **Этап 3. Предложения по подготовке к внедрению IoT**

Матрица RACI будет построена для определения ответственных лиц и взаимоотношений между ними для подготовки и внедрению Интернета вещей.

Модель взаимодействия клиента с холдингом «РЖД» (частью которого является ОАО «РЖД») будет построена для наглядного представления процесса функционирования Интернета вещей при заказе клиентом услуги грузоперевозок, с учётом информационных, материальных и финансовых потоков, а также ролей объектов Интернета вещей.

Метод упрощенной сбалансированной системы показателей будет применён для представления стратегических целей, их KPI, целевых значений и мероприятий для достижения данных значений в рамках внедрения IoT.

#### **Этап 4. Рекомендации к внедрению IoT**

На данном этапе будут интерпретированы результаты проведенных исследований, сделаны выводы по практическому внедрению Интернета вещей в холдинге «РЖД»: описана разработанная в рамках данной ВКР методика начальных этапов внедрения технологии Интернета вещей в грузовых железнодорожных перевозках.

##### **1.1.2. Серия интервью с экспертами – представителями холдинга «РЖД»**

В рамках 2<sup>го</sup> этапа ВКР «Сбор и анализ первичных данных», для сбора данных и информации о бизнес-процессах как ОАО «РЖД», так и всего холдинга «РЖД», связанных с грузоперевозками, механизмах взаимодействия между операторами холдинга при выполнении заказа клиента, ожиданиях компании от внедрения Интернета вещей и доступных для проекта ресурсов интервью выбрано как метод сбора данных. Дальнейшую структуру работы в рамках данной ВКР в значительной мере определяет информация, полученная в ходе серии интервью.

Интервью с экспертом – качественное исследование, представляющее беседу со специалистом в данной сфере (отрасли, тематике), имеющем представление о специфике изучаемого предмета.<sup>5</sup>

Вопросы для интервью прорабатывались в течение 2 месяцев по мере изучения вопроса внедрения Интернета вещей в целом и особенностей, характерных для российских реалий. Вопросы интервью разделены на следующие блоки:

1. Описание бизнес-процессов холдинга «РЖД» при обработке заказов на грузоперевозки
2. Идентификация и анализ существующих проблем компании
3. Определение направлений работы на подготовительных этапах к внедрению технологии Интернета вещей

По результатам серии интервью (групповое интервью-1 и 2, интервью-3) была выявлена следующая ключевая информация, исходя из которой, была частично определена структура ВКР и направления работы в рамках ВКР:

1. У холдинга «РЖД» отсутствует чёткое понимание концепции IoT, нет согласованности по терминологии и единого видения IoT. Для этого в данной ВКР будет представлена архитектура IoT в упрощённом виде и в соответствии с международными стандартами.

---

<sup>5</sup> Kvale S. Introduction to Interview Research / S. Kvale // Doing Interviews. База данных Sage. – 2007. – P. 3-9.

2. От внедрения IoT холдинг «РЖД» ожидает улучшения как количественных, так и качественных показателей ввиду наличия текущей неэффективности деятельности. Для этого в данной ВКР по результатам интервью, сбора и анализа первичных и вторичных данных: будут определены барьеры и преимущества внедрения IoT и будет разработана упрощённая ССП.
3. У холдинга «РЖД» нет чёткого плана действий перед внедрением IoT, поэтому в данной ВКР будет разработана семиэтапная методика внедрения Интернета вещей холдингом «РЖД».
4. У холдинга «РЖД» пока не выделены человеческие ресурсы для работы над системой IoT и не составлен список необходимых специалистов. Для этого в данной ВКР будут представлены необходимые компетенции для начала работы над проектом в виде матрицы RACI.

Таким образом, можно сформулировать управленческую задачу данной ВКР как анализ и составление терминологии и архитектуры Интернета вещей, формирование рекомендаций холдингу «РЖД» для подготовки к внедрению технологии Интернета вещей в грузовых железнодорожных перевозках, а также определение влияния внешних и внутренних факторов на стратегии холдинга «РЖД» и операционную деятельность с учетом барьеров и преимуществ с точки зрения внедрения технологии в железнодорожной отрасли.

## **1.2. Базовое определение технологии Интернета вещей и её применение в логистике**

Согласно Всемирной инициативе по вопросам стандартов технологии Интернета вещей (Internet of Things Global Standards Initiative),<sup>6</sup> Интернет вещей (IoT, Internert of things) – это глобальная инфраструктура для информационного общества, дающая доступ к высокотехнологичным сервисам через взаимное соединение физических и виртуальных вещей, основанная на уже существующей и поступающей в реальном времени информации и коммуникационных технологиях.

Интернет вещей в той или иной степени уже используется в различных отраслях – финансах, логистике, строительстве, транспорте – для специфических целей, от организации функционала «умных домов» до строительства «умных городов». Рассмотрим применение данной технологии на конкретных примерах. В рамках создания «умного дома» для разработки и поддержания интеллектуальных сервисов безопасности и сервисов оптимизации использования ресурсов домохозяйствами применяются различные

---

<sup>6</sup> Internet of Things Global Standards Initiative [Электронный ресурс] // International Telecommunication Union (ITU) — Режим доступа: <https://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx> (дата обращения: 04.02.2018).

датчики и программные компоненты, чтобы максимально автоматизировать все системы внутри квартиры: закрыта ли входная дверь, выключен ли утюг – вся бытовая информация отображается в телефоне с дальнейшей возможностью завершить действие удалённо через этот же смартфон. Камеры и датчики у входной двери позволяют идентифицировать человека и при его появлении у двери в очередной раз оправить сигнал хозяину. Датчики в холодильнике оповещают хозяина об истечении срока годности продуктов или исчерпании еды.<sup>7</sup> Для оптимизации движения городского транспорта датчики измеряют загруженность автодорог, рассчитывая необходимость и потенциальное место для строительства новой развязки. Однако примеров полномасштабных проектов внедрения данной технологии в железнодорожной отрасли России нет, а зарубежные проекты преимущественно нацелены не на промышленный Интернет вещей, а на коммерческий, или имеют несоизмеримый с российскими железными дорогами масштаб.

Преимущества от внедрения Интернета вещей распространяются и на сферу логистики, прогнозируя выигрыш не только для бизнеса, но и для конечных потребителей за счёт возможности внедрения технологии по всей цепочке создания ценности: складирования, грузоперевозки, доставка до конечного потребителя, и т.д., улучшая показатели эффективности, качества обслуживания и безопасности. Интернет вещей позволит отслеживать физические и географические характеристики элементов системы в режиме реального времени, измеряя показатели, производя соответствующие вычисления коэффициентов, внося изменения, исходя из ситуации. Данная технология минимизирует участие человека, сводя непредсказуемость к минимуму и уменьшая затраты.

Неслучайно именно в сфере логистики на Интернет вещей возлагаются большие надежды. Десятки миллионов объектов хранятся, перемещаются, вводятся в и выводятся из систем, взаимодействуют между собой, что требует отлаженной до автоматизма системы мониторинга и контроля, позволяющей с функционал всех элементов системы не только с наименьшими потерями, но и с увеличением эффективности. В отличие от применяемых сейчас систем автоматизации в логистике, Интернет вещей является своего рода «самообучающимся», собирая и анализируя данные по всей цепочке поставок для генерации новых идей и путей решения возникающих проблем. Существующие сегодня технологии, рост скорости беспроводных сетей, развитие Больших данных, удешевление

---

<sup>7</sup> Что такое интернет вещей Internet of Things [Электронный ресурс] // Информационный портал TadViser — Режим доступа: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Что\\_такое\\_интернет\\_вещей\\_\(Internet\\_of\\_Things,\\_IoT\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Что_такое_интернет_вещей_(Internet_of_Things,_IoT)) (дата обращения: 07.02.2018).

датчиков, исполнительных устройств и прочих компонентов подталкивают индустрии и бизнесы к внедрению Интернета вещей.<sup>8</sup>

В складской логистике, как для краткосрочного, так и для долгосрочного хранения товаров необходимы помещения вместе с системами мониторинга и контроля, оказывающие существенное влияние на издержки, оперативность, гибкость и прочие показатели, отражающиеся в конкурентных преимуществах логистических провайдеров. Опять же, множество товаров ежедневно проходят через склады и хранятся на складах, многие из которых требуют соблюдения определённых температурных и световых режимов, обладают разными физическими и геометрическими характеристиками, усложняя процессы складской логистики. В свою очередь, для самих складских провайдеров экономически важен каждый квадратный сантиметр складского помещения и каждая минута задействования механизмов для минимизации издержек и обслуживания как можно большего количества объектов системы в единицу времени. Интернет вещей может предложить высокую координацию поддонов, погрузчиков и прочих элементов со всей инфраструктурой здания через, например, устройства идентификации RFID, позволяющие считывать и сохранять информации при прохождении объекта через те же погрузчики, поддоны и т.д. Кроме основных функций, умные датчики помогут экономить потребление ресурсов, таких как электроэнергия, вода, за счет функции автоматического включения/выключения.

В качестве итога вышесказанного, рассмотрим классификацию областей применения IoT в транспортировке и хранении грузов, предложенную PwC.<sup>9</sup> *Подключенный транспорт* гарантирует прозрачность геолокации, оптимизирует использование транспорта, контролирует поведение водителя. *Автономный транспорт* служит помощником водителю, позволяет автоматическое руление. *Обеспечение безопасности* позволяет идентифицировать чужеродные для системы объекты, предотвращать кражи и использование транспорта не по назначению, разбирать произошедшие инциденты. *Отслеживание активов* подразумевает получение информации о состоянии товара, склада. *«Умная» инфраструктура* передает данные о состоянии её элементов. *Автоматизация складов* позволяет отслеживать загруженность ярусов, погрузчиков, их местоположение.

Преимущества использования данной технологии в транспортной (грузовой) логистике не отличаются от преимуществ использования в складской логистике,

---

<sup>8</sup> Macaulay J. 2015 Internet of things in logistics DHL trend research / J. Macaulay // Cisco Consulting Services A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry. — 2015. — Р. 8-20.

<sup>9</sup> «Интернет вещей» (IoT) в России [Электронный ресурс] // Отчёт PwC. — 2017. — Режим доступа: [https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research_rus.pdf) (дата обращения: 20.02.2018). — С. 29-34.

перечисленных выше. Существует множество транспортных средств водного, наземного и воздушного типов, осуществляющих не только одномодальные, но и мультимодальные перевозки, координация которых является очень трудоёмким процессом. На сегодняшний момент интернет вещей позволяет отслеживать контейнеры с грузом, получая информацию о состоянии груза и локации контейнера, однако по-прежнему имеют место кражи и повреждения груза в процессе транспортировки. Интернет вещей обещает сделать процесс мониторинга местоположения контейнера и состояния груза более детальным и прозрачным, сводя к минимуму возможность потерь. Рассмотрим пример совершения транспортировки некоего контейнера мультимодальным методом с использованием авиа, автомобильного и водного транспорта, описанного в отчёте DHL<sup>10</sup>. В режиме реального времени в ответственные центры передаётся информация со всех датчиков, установленных на каждом объекте данной системы Интернета вещей: самолёте, грузовом судне, грузовом автомобиле, самом грузе. Датчики измеряют скорость транспортного средства, наличие возможных поломок, прогнозируют время прибытия груза или транспорта в следующий промежуточный порт и, при необходимости, отправляют команду вызова рабочей бригады для своевременного устранения поломок транспортного средства или диагностики груза на предмет повреждений. Датчики в контейнере замеряют температуру, влажность воздуха, определяют локацию груза. DHL также мониторит состояние водителя, определяя, необходимо ли произвести остановку на отдых.

### **1.3. Базовая модель Интернета вещей**

В рамках 1<sup>го</sup> этапа исследования «Сбор и анализ вторичных данных» была проанализирована внешняя информация для определения базовой модели Интернета вещей. Сначала рассмотрим функционирование Интернета вещей в базовом виде – пятиуровневой пирамиды.<sup>11</sup> На нижнем ярусе происходит сбор данных через объекты (вещи) IoT: сенсоры и датчики, счётчики, видеокамеры. На втором ярусе осуществляется передача собранных ранее данных через фиксированную, мобильную и/или спутниковую связь. Третий уровень отвечает за агрегацию, хранение и обработку данных с целью их сжатия или группировки для передачи на следующий уровень более структурированных данных меньшего объёма. Четвёртый уровень – платформа – отвечает за управление

---

<sup>10</sup> Macaulay J. 2015 Internet of things in logistics DHL trend research / J. Macaulay // Cisco Consulting Services A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry. — 2015. — P. 11-29.

<sup>11</sup> Интернет вещей: как не дать кофемашине себя ограбить [Электронный ресурс] // Блог DTI Algorithmic — 2017. — Режим доступа: <http://blog.dti.team/poleznoe-chteniye-na-vihodnih-kak-ne-dat-kofemacshine-sebya-ograbit/#perspektivu-primeneniya> (дата обращения: 07.02.2018).

устройствами, анализ данных и обеспечение безопасности. Последний пятый уровень – это сами «умные решения» – решения, удовлетворяющие требованиям систем Интернета вещей по масштабируемости, надежности и безопасности, использующие иерархическую модель с уровнями устройств, шлюза и облака и применяющие стандартизованные компоненты и протоколы.<sup>12</sup> Например, умный транспорт, умный город, умный дом, умная логистика, умное здравоохранение. Дополним определение ещё одним вариантом базового объяснения функционирования Интернета вещей.<sup>13</sup> Вещь в IoT (a thing) может обмениваться данными с другими объектами IoT через установленные на ней метки и сенсоры, чтобы координировать действия и/или генерировать данные, которые будут использованы на более высоких прикладных уровнях (например, анализ данных или принятие «умных решений»). Следуя стандартам и протоколам в области связи (например, Bluetooth и ZigBee), данные через маршрутизатор (router) направляются от вещей к облачному хранилищу (cloud), следуя уже другим протоколам (например, TCP/IP). Обратный процесс также происходит ввиду двусторонней коммуникации облака и объектов.

При этом вещи в IoT (a thing) не обязательно способны самостоятельно выполнять вычислительные и коммуникационные функции, которые может осуществлять чип (например, RFID-метка, сенсор, камера). Таким образом, объектом IoT может стать всё, что угодно, до тех пор, пока удовлетворяет определению «умных вещей» и является полезной для системы: метки (QR-код, RFID), устройства (смартфон, термометр), техника (умная лампочка, умная машина) или целая среда (умный город, умный дом).<sup>14</sup>

#### **1.4. Направления деятельности и основные показатели ОАО «РЖД» как части холдинга «РЖД»**

В рамках 1<sup>го</sup> этапа исследования «Сбор и анализ вторичных данных» была проанализирована внутренняя информация холдинга «РЖД». ОАО «Российские железные дороги» (далее – ОАО «РЖД») – самая крупная железнодорожная компания России, созданная в 2003 году как часть реформы железнодорожного транспорта и на сегодняшний день являющаяся монополистом на железнодорожном транспорте России.

---

<sup>12</sup> Штейнер П. Умные ИТ-решения для Интернета вещей [Электронный ресурс] // «ИКС-Журнал» – деловой журнал для бизнеса в сфере Телеком-ИТ-Медиа. — Режим доступа: <http://www.iksmedia.ru/articles/5431648-Umnye-ITresheniya-dlya-interneta.html> (дата обращения: 19.04.2018).

<sup>13</sup> Szilagy I. Ontologies and Semantic Web for the Internet of Things – A Survey / I. Szilagy // MIPS Laboratory, University of Haute-Alsace. — 2016. — 6 стр.

<sup>14</sup> Kotis K., et al. An ontology for the automated deployment of applications in heterogeneous IoT environments / K. Kotis // VTT Technical Research Centre of Finland. — 2013. — P. 2-7.



ОАО «РЖД» также является одной из крупнейших в мире транспортных компаний.<sup>15</sup> ОАО «РЖД» является головной компания холдинга и владеет акциями 143 дочерних и зависимых обществ. Холдинг «РЖД» видит свою миссию в непрерывном развитии транспортного бизнеса, способного эффективно конкурировать как на российском, так и на мировом рынках, удовлетворяя потребности всех заинтересованных сторон – государства, юридических и физических лиц, извлекая при этом прибыль. Стратегическими целями холдинга «РЖД» являются увеличение масштаба транспортного бизнеса; улучшение производственно-экономической эффективности, финансовой устойчивости, качества и безопасности перевозок; интеграция в евро-азиатскую транспортную систему. ОАО «РЖД» самостоятельно или через дочерние общества осуществляет деятельность по 8 направлениям. Перевозка грузов и пассажиров включает в себя собственно перевозки, предоставление локомотивов, погрузочно-разгрузочные работы, сопровождение и охрану грузов, хранение грузов, багажа и ручной клади пассажиров, транспортно-экспедиционные услуги, перевозку грузов и пассажиров автомобильным транспортом, оперирование логистическими центрами, ведение соответствующей документации. Производство, ремонт, строительство включает содержание и эксплуатацию всей инфраструктуры, транспорта и технических средств, предоставление услуг по ремонту вагонов, контейнеров, локомотивов, электромашин, обеспечение пожарной и промышленной безопасности на железнодорожном транспорте. Компания осуществляет обслуживание инфраструктуры железнодорожного транспорта, проектирование и конструкторскую деятельность, оказывает услуги связи, информационные, маркетинговые и сервисные услуги, занимается торговой деятельностью. В рамках социальной сферы осуществляются медицинская, фармацевтическая и образовательная деятельности. Внешнеэкономическая деятельность заключается в предоставлении услуг на железнодорожном транспорте при международном сообщении, сотрудничество с зарубежными компаниями железнодорожного транспорта.<sup>16</sup> Список услуг сервиса грузоперевозок холдинга «РЖД» будет представлен в Главе 3, параграфе «Базовая модель обмена информацией при заказе клиентом грузоперевозок».

Доля пассажирооборота составляет 26,4%, число пассажиров за 2016 и 2017 гг. составило 1037,1 и 1118 млн человек соответственно.

---

<sup>15</sup> ОАО «Российские железные дороги» [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «РЖД» — Режим доступа: [http://rzd.company/index.php/OAO\\_\"Российские\\_железные\\_дороги\"](http://rzd.company/index.php/OAO_\) (дата обращения: 25.01.2018).

<sup>16</sup> ОАО «РЖД» сегодня [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «РЖД» — Режим доступа: [http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=628](http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=628) (дата обращения: 25.01.2018).

Эксплуатационная длина железных дорог составляет 85,5 тыс. км. Протяженность электрифицированных линий – 43,7 тыс. км. Парк подвижных составов состоит из грузовых магистральных локомотивов (электровозов и тепловозов) – 11,8 тыс. шт., грузовых вагонов всех типов – 196,3 тыс. шт., маневровых локомотивов (тепловозов) – 5,9 тыс. шт., пассажирских локомотивов (электровозов и тепловозов) – 3,1 тыс. шт., пассажирских вагонов дальнего следования – 21 тыс. шт., пассажирских вагонов пригородных поездов – 14,3 тыс. шт.<sup>17</sup> Доля компании в грузовом обороте транспортной системы РФ составляет 45,3% (включая трубопроводный транспорт). Холдингом перевозятся каменный уголь, кокс, нефть и нефтепродукты, руда железная и марганцевая, черные металлы, лом черных металлов, удобрения, цемент, лесные грузы, зерно, строительные грузы, руда цветная и серное сырье, химикаты и сода, промсырье.

Ежегодно объем контейнерных перевозок холдинга «РЖД» увеличивается. Суммарный объем грузоперевозок в контейнерах за 2016 и 2017 гг. составил 32 и 37 млн тонн соответственно. При этом за 2016 г было перевезено 2146 тыс. груженых контейнеров и 1135 тыс. порожних (3281 тыс. шт. суммарно). В 2017 г – 2634 тыс. груженых и 1265 тыс. порожних (3899 тыс. шт. суммарно).<sup>18</sup>

Показатели финансово-экономической деятельности холдинга «РЖД» по МСФО за 2016 г: доходы – 2,133 трлн. руб. (1,324 трлн. и 0,351 трлн. руб. из которых приходятся на грузоперевозки и логистические услуги соответственно), операционные расходы – 2,095 трлн. руб., а чистая прибыль составила 10,294 млрд. руб. При этом за предыдущие года наблюдались случаи убытков по итогам финансового года, а абсолютное значение прибыли имело отрицательную динамику.

## **1.5. PEST-анализ отрасли грузовых ЖД перевозок и SWOT-анализ холдинга «РЖД»**

### **PEST-анализ отрасли грузовых ЖД перевозок**

Для оценки макросреды необходимо провести PEST-анализ, оценивающий силы и факторы, влияющие на отрасль с политической, экономической, социальной и технологической точек зрения. В данном анализе также будут учитываться факторы, влияющие на внедрение технологии Интернета вещей в отрасли, которые в иной ситуации могли бы быть расценены как несущественные, однако в контексте данной ВКР являются значимыми. Исходя из данных 2<sup>го</sup> этапа исследования «Сбор и анализ первичных

<sup>17</sup> ОАО "РЖД" сегодня [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «РЖД» — Режим доступа: [http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=628](http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=628) (дата обращения: 25.01.2018).

<sup>18</sup> РЖД в цифрах [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «РЖД» — Режим доступа: [http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=5232](http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5232) (дата обращения: 25.01.2018).

данных», в рамках 1<sup>го</sup> этапа исследования «Сбор и анализ вторичных данных» определены следующие факторы, влияющие на железнодорожную отрасль.

### **Политические факторы**

*Государственная поддержка железнодорожной отрасли.* Железнодорожная отрасль в целом (в основном через компании холдинга «РЖД») активно субсидируется Правительством РФ, что, с одной стороны, оказывает поддержку холдингу «РЖД» для закупки и обновления материально-технической базы, осуществления убыточных пассажирских перевозок, соблюдения стандартов безопасности; но с другой стороны, во-первых, усложняет достижение цели по росту конкурентоспособности рынка грузоперевозок РФ ввиду экономических преимуществ холдинга за счет экономии от масштаба, прав на большую часть инфраструктуры и локомотивного комплекса, а во-вторых, снижает эффективность осуществления холдингом его основных бизнес-процессов ввиду очень низкого уровня конкуренции со стороны мелких компаний и полного отсутствия крупных игроков на рынке (холдинг «РЖД» является монополистом железнодорожной отрасли России). Так, например, низкая эффективность выполнения холдингом «РЖД» своей основной деятельности доказывается её финансовыми показателями: несмотря на субсидии размером 112,2 млрд. руб. ОАО «РЖД» показало убыток в 99,3 млрд. руб. по итогам 2014 г.<sup>19</sup> В 2015 году размер чистой прибыли оказался меньше субсидий, а операционные расходы выросли, несмотря на снижение объемов погрузки.

*Частые изменения мер регулирования конкуренции.* Упразднение в 2015 г. Федеральной службы по тарифам и передача её функций ФАС в теории должно позитивно сказаться на уровне конкуренции через контроль тарифообразования и других антимонопольных мер. Однако высокая роль государства как главного регулятора отрасли имеет неоднозначное влияние на компании отрасли. Методом проб и ошибок Правительство РФ старается повысить эффективность грузоперевозок, то либерализуя отрасль для повышения конкурентности и привлечения частного капитала в отрасль, то вводя новые требования к тарификации, доступу к инфраструктуре, приватизации компаний.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Показатели основной деятельности [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=31](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=31) (дата обращения: 23.01.2018).

<sup>20</sup> Введение платы за простой вагонов на путях общего пользования [Электронный ресурс] // РЖД Партнёр.ру. – Режим доступа: <http://www.rzd-partner.ru/news/zheleznodorozhnaia-infrastruktura/vvedenie-platy-za-prostoi-vagonov-na-putiakh-obshchego-pol'zovaniia/> (дата обращения: 23.01.2018).

## Экономические факторы

*Дисбаланс спроса и предложения парка подвижного состава.* Последние года наблюдается дисбаланс спроса и предложения: так, ежегодная динамика снижения объемов перевозимых грузов на фоне растущего парка подвижного состава привела к превышению спроса предложением и усилению конкуренции на рынке, но при этом негативно сказалась на спросе на вагонный парк, поставив под удар отрасль вагоностроения.<sup>21</sup> Данные тенденции, в свою очередь, привели к сокращению вагонных парков более мелких компаний и их консолидации. Также заметна тенденция роста уровня концентрации в отрасли: ТОП-30 операторов генерировали 82% общего объема грузоперевозок.<sup>22</sup>

*Зависимость железнодорожных грузоперевозок от международной торговли.* Около 60% суммарного объема грузоперевозок приходится на внутренние, порядка 30% на экспорт и примерно 10% на импорт и транзит.<sup>23</sup> Это говорит о существующей зависимости грузовых ЖД перевозок от международной торговли, в т.ч. от санкций, ужесточающихся из года в год: запреты касаются как экспорта произведенного в РФ подвижного состава и полезных ископаемых, так и импорта продовольственных и бытовых европейских товаров.

*Рост уровня конкуренции с автомобильным транспортом.* Эксперты отмечают рост конкуренции ЖД грузоперевозок с автомобильным транспортом на короткие (до 200 км) и средние (до 1500 км) дистанции ввиду роста протяженности автодорог и количества складских комплексов с привязкой к автодорогам, значительной конкуренции в отрасли и соответствующему меньшему темпу роста цен, оперативности подачи транспорта непосредственно к пункту отправления. Однако перевозка многих полезных ископаемых по-прежнему более рентабельна ЖД транспортом.

*Низкие притоки частных инвестиций в отрасль.* Высокая зависимость от госсубсидий остаётся сильной также ввиду очень низких притоков частных инвестиций в отрасль, несмотря на попытки либерализации отрасли.

## Социальные факторы

*Железнодорожный транспорт как фактор мобильности.* Согласно сайту «РЖД», большая доля населения России пользуется ЖД транспортом ввиду больших расстояний, малой протяженности и неудовлетворительного состояния автодорог. ЖД транспорт

---

<sup>21</sup> Рынок перевозок ЖД транспортом [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВШЭ. – Режим доступа: [progdp.com/news/news-rzd/operator-companies/ind-operatorov-1-kv-2015](http://progdp.com/news/news-rzd/operator-companies/ind-operatorov-1-kv-2015) (дата обращения: 25.01.2018).

<sup>22</sup> Конкуренция на железнодорожном рынке становится все жестче [Электронный ресурс] // Газета Коммерсантъ. – Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/2927935> (дата обращения: 25.01.2018).

<sup>23</sup> Доля экспортных перевозок на железнодорожном транспорте будет расти [Электронный ресурс] // АНО «ИПЕМ». – Режим доступа: <http://ipem.ru/news/ipem/1002.html> (дата обращения: 25.01.2018).

соединяет 80 из 85 субъектов РФ, обслуживая главные города и влияя на их рост, индустриальное развитие и региональную интеграцию.<sup>24</sup>

*Дефицит квалифицированных IoT-специалистов.* Одним из значимых социальных факторов с точки зрения внедрения современных технологий является острый дефицит IT-специалистов в области управления большими данными, машинного обучения, искусственного интеллекта и кибербезопасности, без которых невозможно не только само внедрение технологии Интернета вещей и её дальнейшее функционирование в компании, но и начальная разработка проекта во внедрению.

В общем, социальные факторы не являются критически важными с т.з. грузовых железнодорожных перевозок и внедрения Интернета вещей относительно технологических, экономических и политических.

### **Технологические факторы**

*Ресурсная база России.* Большая территория страны и значительные запасы природных ресурсов, располагающихся в удалении от пунктов их потребления или перевалочных пунктов, указывают на необходимость развития железнодорожного сообщения, что подтверждается и статистикой спроса: железнодорожный транспорт являются основным видом грузового транспорта, с долей грузооборота в 87% (без учета трубопроводного транспорта, служащего только для транспортировки жидких и газообразных веществ).<sup>25</sup>

*Структура перевозимых по железной дороге грузов.* Структура грузовых ЖД перевозок такова, что 70% приходится на перевозку каменного угля, нефти и нефтепродукты, строительных грузов, руды и черных металлов. При этом перевозка угля является экономически и технологически низкорентабельной ввиду льготных тарифов на его перевозку, низких цен реализации и влияния на быстрый износ оборудования и подвижного состава. При этом нефть и нефтепродукты в будущем всё больше будут транспортироваться по нефтепроводам, что подтверждается постоянным расширением нефтепроводной системы страны.<sup>26</sup>

*Суровый климат и география, удорожающие внедрение технологий.* Большие расстояния и сильно различающиеся климатические условия усложняют внедрение технологий в ЖД отрасли: требуется множество дорогостоящих датчиков, способных

---

<sup>24</sup> Обзор компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=62](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=62) (дата обращения: 25.01.2018).

<sup>25</sup> Обзор компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=62](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=62) (дата обращения: 28.01.2018).

<sup>26</sup> "ВСТО-2" переориентирует часть нефти с железной дороги на трубопроводный транспорт [Электронный ресурс] // Газета «Гудок». – Режим доступа: <http://www.gudok.ru/freighttrans/?ID=1302708> (дата обращения: 28.01.2018).

выдерживать перепады температур, давления, скоростей, влаго- и виброустойчивых, с долгим сроком автономной работы батарей.

### **SWOT-анализ холдинга «РЖД» с точки зрения IoT**

Слабое покрытие мобильной связи и интернета 3G, не говоря уже о 4G или 5G, необходимых для эффективного функционирования технологии, особенно по пути следования грузовых поездов в ненаселенных или малонаселённых районах так же существенно усложняет задачу.

Изношенность и устаревание существующей ЖД инфраструктуры и IT-систем, их несовместимость с современными требованиями к объектам IoT влекут за собой высокие капитальные затраты на модернизацию.

Исходя из данных PEST-анализа и документации холдинга «РЖД»<sup>27</sup>, а также экспертного интервью<sup>28</sup>, можно выделить следующие сильные и слабые стороны, возможности и угрозы холдинга «РЖД»:

#### **Сильные стороны (S)**

1. Положение естественной монополии в отрасли, обеспечивающее холдингу эффект экономии от масштаба, дающее право на государственные субсидии и иную поддержку в виде регулирования уровня конкуренции, тарификации.
2. Преимущественный доступ к инфраструктуре или прямое владение инфраструктурой и подвижным составом. Холдингу «РЖД» через его компании и их дочерние компании принадлежит парк локомотивов, подвижной состав, станции, вокзалы, склады, железнодорожные пути и иная инфраструктура и оборудование. При этом сторонние компании облагаются платой по тарифу за использование инфраструктуры или простой вагонов.
3. Осуществление всех видов услуг, связанных с грузовыми ЖД перевозками. Холдинг «РЖД» предоставляет широкий спектр логистических услуг: транспортно-логистические услуги, предоставление подвижного состава, перевозка железнодорожным транспортом, рефрижераторные поезда, терминально-складские услуги, морские перевозки и стивидорные услуги, доставка сборных грузов, таможенное оформление.
4. Низкая стоимость перевозок на дальние расстояния. Железнодорожный транспорт дешевле чем авиа и автомобильный при перевозке на дальние расстояния, хоть и уступает первому по скорости и обоим по гибкости. Морские перевозки будут дешевле

---

<sup>27</sup> Рубрикатор документов «РЖД» [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: <http://doc.rzd.ru/> (дата обращения: 28.01.2018).

<sup>28</sup> Экспертные интервью с заместителем начальника службы корпоративной информации Октябрьской ЖД – филиала ОАО «РЖД», Горбатов Андреем Викторовичем; специалистом IT-департамента и ответственным за управление бизнес-процессами в ОАО «РЖД» // Из личного архива автора (24.03.2018).

ЖД на очень длинные расстояния, но им не заменить ЖД транспорт, т.к. используются они как дополнение к маршруту, а гибкость водных путей ограничена их географическим расположением.

### **Слабые стороны (W)**

1. Высокая зависимость от государственных субсидий. Как было сказано ранее, «РЖД», несмотря на миллионные госсубсидии периодически показывает чистый убыток по итогам финансового года или чистую прибыль меньше размера субсидий.
2. Периодические чистые убытки по итогам финансового года, свидетельствующие о неэффективности основной деятельности холдинга. Исходя из интервью, к проблемам, решаемым путём внедрения Интернета вещей относятся автоматизация рутинных процессов мониторинга, инвентаризации, сбора показателей приборов, инфраструктуры и оборудования для снижения доли ошибок по вине человека, снижения временных, финансовых и иных издержек; планирования расписания для снижения простоев оборудования и инфраструктуры и прочее.
3. Динамика роста порожних грузоперевозок. Ввиду неэффективного планирования загрузки мощностей, комплектования вагонов и/или расположения перевалочных пунктов, всё больший объем вагонов движется пустым.
4. Острая нехватка специалистов в области управления большими данными, машинного обучения, искусственного интеллекта и кибербезопасности, критически важных для внедрения и последующего управления технологией Интернета вещей.
5. Высокая степень бюрократизации и иерархичности при принятии управленческих решений, требующая согласия всего руководства по вертикали и осложняющаяся отсутствием горизонтальных связей или гибких проектных команд.
6. Низкая гибкость транспортной услуги, связанная с особенностью ЖД транспорта: в отличие от ЖД или авиатранспорта, ЖД маршруты ограничены путями, а строительство новых влечёт высокие капитальные затраты.

### **Возможности (O)**

1. Инвестирование госсубсидий в инновационное развитие отрасли железнодорожных грузоперевозок для повышения её эффективности и рентабельности. Рациональное освоение средств госбюджета через внедрение Интернета вещей для улучшения операционных показателей по отрасли, повышения качества оказываемых услуг, снижения затрат на мониторинг и ремонт оборудования и инфраструктуры, улучшения планирования расписаний и загрузки подвижного состава.
2. Естественная монополия железнодорожной отрасли. Данная возможность позволяет реализовать стратегическую опцию – использовать преимущества монополии для

достижения большего эффекта от масштаба, в т.ч. финансовой и операционной синергий.

### 3. Существование технологии Интернета вещей.

#### **Угрозы (Т)**

1. Снижение грузооборота из-за ужесточения санкций. Европейские санкции на импорт продуктов питания, американские санкции в отношении газа и нефтепродуктов влияют на структуру экспорта и импорта страны, в т.ч. изменяя объемы перевозимых экспортных и импортных грузов по железным дорогам.
2. Рост конкуренции грузоперевозок с автомобильным транспортом на короткие и средние дистанции. На железнодорожной отрасли в целом рост конкуренции сказывается позитивно, вынуждая компании совершенствовать свои бизнес-процессы с целью снижения издержек, предоставления услуг более высокого качества и, как следствие, поддержания конкурентоспособности на рынке.
3. Изменения законодательства по отношению к тарифам, порядку доступа к инфраструктуре, регулированию конкуренции. Правительство РФ ежегодно проводит ряд реформ с целью повышения качества и производительности железнодорожной отрасли в целом. Однако сначала была попытка полностью либерализовать отрасль, затем снова были введены тарифные и иные меры, сдерживающие конкуренцию. Подобные полярные решения создают высокую степень неопределённости.
4. Медленное развитие информационных технологий в стране. Сети связи слабо покрывают территории на пути следования составов, препятствуя эффективному функционированию датчиков и своевременной передачи данных. Объекты IoT по-прежнему не обладают достаточным зарядом батареи для автономно работы в условиях российского климата и расстояний. Нехватка квалифицированных специалистов в области IT и отсутствие отечественного опыта внедрения Интернета вещей также усложняет внедрение технологии.

Слабые стороны W1 и W2 указывают на значительную текущую неэффективность деятельности холдинга даже в условиях активной господдержки и госрегулирования в пользу холдинга. W4 и W5 и T4 препятствуют внедрению передовых технологий как ввиду недостаточных компетенций, так и в виду фактического отсутствия доступа к технологиям. W3 и T1 указывают на необходимость восполнения потенциальных потерь объемов грузоперевозок, например, через стратегические партнёрства, увеличения объемов международной торговли с Азией и транзитного потенциала страны. Все сильные стороны S1-S4 в сочетании с возможностями O1, O2 и O3 дают холдингу уникальное, недоступное другим игрокам рынка преимущество в улучшении своих бизнес-процессов,



оптимизации издержек через инвестиции в реинжиниринг бизнес-процессов, включая внедрение технологии Интернета вещей во всю цепочку создания ценности холдинга.

## **Выводы**

Данная глава начинается с дизайна исследования ВКР, состоящего из сбора и анализа первичных и вторичных данных, включающего проведение серии интервью с представителями компании ОАО «РЖД», анализ документации холдинга «РЖД», статей российских и зарубежных авторов из баз данных на предмет внедрения Интернета вещей, анализ бизнес-процессов холдинга, определение требований и шагов к внедрению технологии, разработка упрощённой ССП и модели взаимодействия клиента с холдингом.

В рамках 1<sup>го</sup> этапа исследования «Сбор и анализ вторичных данных» и 2<sup>го</sup> этапа «Сбор и анализ первичных данных» достигнуты следующие результаты.

Во-первых, приведена характеристика ОАО «РЖД» как крупнейшей железнодорожной компании России через показатели её операционной деятельности и холдинга в целом как крупнейшего в России представителя услуг перевозок грузов и пассажиров; производства, ремонта, строительства ЖД инфраструктуры и оборудования; обслуживания инфраструктуры ЖД транспорта; конструкторской деятельности; связи, ИТ, маркетинговых и сервисных услуг; обеспечения международного ЖД сообщения.

В-вторых, произведён анализ внутренней и внешней среды холдинга через SWOT и PEST-анализы. Наиболее значимыми факторами внешней среды, влияющими на отрасль в целом и внедрение Интернета вещей в частности выбраны государственное регулирование отрасли как естественной монополии, низкий уровень конкуренции, зависимость от госсубсидий, дефицит высококлассных ИТ-специалистов, географические и климатические особенности России, слабое покрытие сетей связи по маршруту следования поездов, низкий уровень развития ИТ-технологий и необходимость модернизации инфраструктуры и оборудования. Данные факторы усугубляются внутренними особенностями холдинга: наличие чистых убытков, динамика роста порожних грузоперевозок, высокая степень бюрократизации и иерархичности при принятии решений. Однако существующие сильные стороны «РЖД» - преимущества естественной монополии, первостепенный доступ или прямое владение инфраструктурой и подвижным составом, эффект от масштаба ввиду широкого спектра логистических услуг, низкая стоимость перевозок на дальние расстояния в сравнении с другими видами транспорта, поддержка государства – позволяют холдингу улучшить основные бизнес-процессы через инвестиции в автоматизацию, координацию и мониторинг всех процессов компании в реальном времени путём внедрения технологии Интернета вещей.

В-третьих, дано базовое определение Интернета вещей и приведены примеры применения технологии как домохозяйствами, так и транспортными компаниями.

В-четвёртых, представлена базовая модель функционирования Интернета вещей, состоящая из 5 уровней: 1) сбор данных через сенсоры и датчики, 2) передача собранных ранее данных через фиксированную, мобильную и/или спутниковую связь, 3) агрегация, хранение и обработка данных, их сжатие или группировки, 4) управляющая платформа – управление устройствами, анализ данных, обеспечение безопасности, 5) «умные решения».

## ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

В данной главе в рамках 3<sup>го</sup> этапа исследования «Предложения по подготовке к внедрению IoT» будут проанализированы мировые практики внедрения Интернета вещей в железнодорожных перевозках для разработки методики внедрения Интернета вещей, учитывающей особенности железнодорожной отрасли и адаптированной под холдинг «РЖД», с применением следующих методов: экспертные интервью, бенчмаркинг, построение архитектуры процесса, матрица RACI.

### 2.1. Обзор существующих практик внедрения IoT в ЖД грузоперевозках

#### Внедрение IoT в шведской железнодорожной отрасли

В исследовании «Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector»<sup>29</sup> описываются начальные стадии пилотного проекта по внедрению Интернета вещей в грузовых железнодорожных перевозках в Швеции в частности и ЕС в целом. Базируясь на предыдущих исследованиях проблем ЖД-отрасли, которые можно решить путём внедрения Интернета вещей, а также проведя ряд экспертных интервью, авторы выделили на основе анализа вторичных и первичных данных основные барьеры и преимущества внедрения Интернета вещей, предложили архитектуру для различных уровней Интернета вещей и совместили их с моделями функционирования процессов на железной дороге. Недостатком данного исследования с т.з. данной ВКР является то, что методика большей частью рассчитана на техническое и информационное обеспечение изменений, а не на управленческие рекомендации. Целью данного проекта являлось внедрение технологии Интернета вещей для мониторинга, обслуживания и управления железнодорожным транспортом и сопутствующей инфраструктурой.

Методика включает ряд этапов. Во-первых, исследование текущей ситуации в ЖД отрасли и определение влияющих на внедрение IoT PEST-факторов методами бенчмаркинга и экспертных интервью. Во-вторых, выявление типов данных к сбору датчиками, установленными на объектах IoT, и типов информационных взаимодействий между объектами IoT. В-третьих, определение технологий и программного обеспечения для передачи и обработки данных с целью принятия управленческих решений, и построение схемы информационного обмена управляющей платформы и датчиков. В-четвёртых, определение способа мониторинга и оценки результатов проекта. В-пятых, запуск пилотного проекта: оснащение пассивными радиочастотными метками 9

---

<sup>29</sup> Berg M., Nordlindh M. Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector / M. Berg, M. Nordlindh // Department of Informatics and Media Uppsala University Sweden. – 2012. – P. 37-45.

железнодорожных вагонов скоростью до 160 км/ч, 30 двигателей высокоскоростных поездов, контейнерных вагонов для интермодальных перевозок в «сухие порты» и 210 перевозящих детали автомобилей контейнерных вагонов, на трёх железнодорожных направлениях в Швеции. Дальнейшее исследование было посвящено техническим и IT аспектам внедрения IoT.

Результатом исследования стало проведение пилотных проектов, доказавших целесообразность полномасштабного внедрения IoT в ЖД отрасли. Снизилась затраты на мониторинг, обслуживание и ремонт МТБ, сократились временные затраты на сбор и обработку данных, снизился процент брака, аварий и простоев в особенности из-за человеческого фактора.

### **Применение IoT как часть разработки «умных» поездов**

В статье «Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways»<sup>30</sup> методика включает, во-первых, анализ текущих проблем ЖД отрасли, которые можно решить внедрением IoT: операционная неэффективность, высокие издержки на мониторинг и обслуживание материально-технической базы, низкая операционная совместимость, высокая доля затрат на ручной мониторинг и последующее устранение неисправностей, проблемы простоя подвижного состава, рост конкуренции со стороны других видов транспорта, рост внимания к устойчивости. Во-вторых, выявление барьеров и преимуществ внедрения Интернета вещей ЖД отрасли – удешевление технологий, снижение затрат временных, финансовых и материальных ресурсов, повышение качества оказываемых услуг; устаревшая инфраструктура, низкая степень автоматизации, высокие начальные инвестиции, информационная безопасность, отсутствие единых стандартов. В-третьих, разработку схем взаимодействия объектов в системе Интернета вещей с точки зрения железнодорожных перевозок, исходя из систем коммуникации, используемых различными объектами IoT: 1) система межвагонной коммуникации, 2) система внутривагонной коммуникации, 3) система станционной коммуникации, 4) система коммуникации поезд-инфраструктура, 5) система коммуникации инфраструктура-инфраструктура, а также 6) сенсоры и беспроводные сети. В-четвёртых, определение функциональных направлений использования технологии Интернета вещей – прогнозное техническое обслуживание и дистанционная диагностика; и необходимых технологий – умная инфраструктура, системы видеонаблюдения, системы и протоколы связи, системы кибербезопасности, облачные и туманные технологии, большие данные. В итоге

---

<sup>30</sup> Fraga-Lamas P. Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways / P. Fraga-Lamas // MPDI: Sensors Open Access Journal. – 2017. – P. 5-25.

предлагается модель взаимодействия железнодорожных сервисов в системе Интернета вещей.

Как и в предыдущей статье, методика ориентирована в большей степени на технические спецификации беспроводных сетей, программного обеспечения и устройств для внедрения Интернета вещей. Результаты исследования показали, что внедрение Интернета вещей увеличивает безопасность и эффективность ЖД перевозок в основном за счёт прогнозного мониторинга и удалённой диагностики. Иные экономические выгоды достигаются за счёт снижения затрат на принятие управленческих решений через использование программного обеспечения, установленного на управляющей платформе; рост коэффициента использования активов, улучшенного планирования, более высокого уровня сервиса, снижение потребления различных видов энергии.

### **Применение IoT как часть разработки «умных» железных дорог**

В статье «Internet of Things for Smart Railway: Feasibility and Applications»<sup>31</sup> предлагается экономически выгодное алгоритм-решение для внедрения Интернета вещей на железной дороге, исходя из заранее выделенных на основе сбора и анализа первичных и вторичных данных проблем. Исследование основано на анализе корейской ЖД отрасли.

Во-первых, выделяются существующие проблемы ЖД отрасли. Ключевой проблемой ЖД отрасли к решению через внедрение IoT, как и в предыдущих статьях, является прогнозный мониторинг и дистанционная диагностика материально-технической базы. Во-вторых, строится модель-схема ЖД системы, состоящая из подвижного состава (поезда, локомотивов), вагонов, путей, тоннелей, мостов, складов, вокзалов и электронных устройств. В-третьих, определяются уровни IoT-системы с технической точки зрения: сенсорный, доступа к информации и обработки информации. В-третьих, для разработки решения строится модель бизнес-процессов (BPM) осуществления мониторинга и обслуживания материально-технической базы и операциям в рамках описанных бизнес-процессов ставятся в соответствие определённые KPI. Далее анализируется и строится архитектура Интернета вещей, затем данная архитектура накладывается на модель функционирования железнодорожной системы, и описывается архитектура готового IoT-решения.

В каждом из трёх проанализированных исследований, посвященных решениям, алгоритмам или методике внедрения Интернета вещей в железнодорожных перевозках сначала анализируются вторичные и первичные данные об Интернете вещей,

---

<sup>31</sup> Ohyun J. Internet of Things for Smart Railway: Feasibility and Applications [Электронный ресурс] / J. Ohyun // IEEE Internet of Things Journal. База данных Scopus. – 2017. – Режим доступа: <http://proxy.library.spbu.ru:2242/document/8026132/?reload=true> (дата обращения: 08.03.2018).

определяются преимущества и барьеры его внедрения, анализируются PEST-факторы функционирования конкретной железнодорожной отрасли или сервиса. Затем строятся модели или архитектуры собственно Интернета вещей и конкретных систем, в которых планируется использовать инструменты интернета вещей (например, архитектура функционирования железнодорожной системы страны, схема взаимодействия субъектов грузовых железнодорожных перевозок). Далее на базе этих моделей строится общая модель внедрения Интернета вещей с учетом всех архитектур.

### **Методика внедрения IoT компании Intel**

В результате исследования<sup>32</sup> 2014-2015 гг. компания Intel начала частичное внедрение IoT, собирая данные с датчиков температур, давления, влажности, потоков воздуха, затрат энергии, веб-камер, датчиков веса и т.д. для мониторинга оборудования и производительности. Результаты пилотного проекта показали рост эффективности и снижение затрат. Исходя из собственного опыта, компания разработала 14 лучших практик, которым нужно следовать перед внедрением IoT.

**1. Создать проектную IoT команду.** Intel определила минимальный состав проектной команды, который компания использует во всех проектах внедрения IoT. 1) Внутренние и внешние клиенты: департаменты фокальной компании, поставщики, конечные потребители – все те, кто могут определить функциональные направления внедрения IoT с точки зрения бизнес-потребностей и описать данные, которые им необходимо получать и передавать для эффективного функционирования. 2) Представители IT-департамента: выполняют вспомогательную роль во внедрении IoT-системы, т.к. технические и IT вопросы решают IoT инженеры и программисты. Необходимы для учёта специфических особенностей компании, соблюдения политики корпоративной тайны, определения данных к сбору. 3) Системный интегратор: специалист, имеющий образование в IT сфере, так и в менеджменте. Его роль заключается в состыковке интересов, требований и возможностей всех пользователей IoT-системы и перевода спецификаций с языка обычного пользователя на IT-язык для постановки задачи техническим IoT специалистам и конечной разработки продукта. 4) Финансовый специалист: должен определять и корректировать бюджет проекта, исходя из начальных заданных параметров и по ситуации, а так же рассчитать экономические выгоды от проекта. 5) Менеджер проекта: задача заключается в координации общего хода проекта, следования дедлайнам, проверку соответствия общекорпоративным нормативам, подотчётность и промежуточных результатах заинтересованным лицам. 6) Внешние

---

<sup>32</sup> Gaiser K. Integrating IoT Sensor Technology into the Enterprise / K. Gaiser // Intel Report. — 2015. — P. 3.

специалисты: инженеры IoT, разработчики IoT приложений и программного обеспечения – узкие IoT-специалисты.

**2. Определить IoT систему, исходя из нужд клиентов и процессов компании.** 1) Стратегии, оборудование и программное обеспечение для сбора данных определяются, исходя из следующих параметров: а) нужды внутренних и внешних клиентов; б) процесс, который будет контролироваться или улучшаться; в) доступные оборудование и инфраструктура; г) требования к точности данных; д) стандарты и нормативы; е) требуемый ROI. 2) Стратегии анализа данных основываются на нуждах клиентов: а) степень «реальности» данных; б) период отчётности по результатам анализа: ежеминутные, ежедневные, еженедельные и т.д. 3) Политика управления данными: зависит от политики конфиденциальности и руководства данными в компании. 4) Стандарты разработки элементов IoT должны: а) быть едиными для всех субпроектов внедрения IoT; б) использовать операционно-совместимое оборудование и программное обеспечение.

**3. Определить ценность для бизнеса.** Финансовые специалисты количественно оценивают потенциал системы IoT для снижения затрат ресурсов и увеличения эффективности операций через анализ затрат-выгод, расчёт NPV и иные финансовые показатели. Для мониторинга достижения показателей ценности используются KPI (например, в составе ССП)

**4. Получить одобрение заинтересованных сторон и финансирование.** Обычно рассчитывается NPV, т.к. в нём учитывается временная стоимость денег. При этом в затратах учитываются как капитальные инвестиции, так и затраты на обслуживание и функционирование системы IoT в течение прогнозного периода – то есть, совокупная стоимость владения. Далее рассчитывается ROI. Исходя из сформированного бюджета, определяются фазы финансирования в зависимости от степени готовности проекта. Одобрение должно быть получено от топ-менеджмента, IoT-инженеров и операционного менеджмента. Изначально средства выделяются на пилотный проект и далее, в случае успеха, рассчитывается бюджет полномасштабного внедрения.

**5. Классифицировать информацию к считыванию датчиками, дальнейшей передачи, обработки и анализа.** Intel выделяет 3 класса данных, исходя из их значимости для бизнеса, и использует разные управление, анализ, политику безопасности, шифрование, хранение для каждого из типов: а) критически важные (потеря данных мгновенно повлияет на работу оборудования или процессов с финансовыми потерями); б) важные (потери данных могут в конечном итоге создать финансовые потери, порчу продукта или приостановку процесса – например, повышенные вибрации оборудования не

вызовут его мгновенной остановки, но в дальнейшем приведут к износу); в) вспомогательные (не используются для управления процессами, не повлияют на выполнение процессов в случае потери, используются для более эффективного выполнения процессов).

**6. Разработать сетевую инфраструктуру, совместимую с существующими ИТ-системами и бизнес-процессами.** Вся команда IoT специалистов участвует в данном этапе. А) Критерии выбора шлюзов передачи данных: потребности клиентов, физическая среда, типы датчиков и оборудования, политика безопасности данных, требования к производительности и эффективности. Б) Критерии выбора датчиков: требования к точности, тип данных, энергозатратность, тип коммуникации и протокола связи, физический размер, расположение, окружающая среда. В) Критерии выбора сети: количество сетевых портов и точек доступа, взаимодействие с критически важным оборудованием, универсальность и диапазон частот, тип данных.

**7. Обеспечить безопасность объектов IoT.** А) Место установки датчиков должно отвечать требованиям к: температурному режиму, влажности, пожарной безопасности. Б) Защищенность датчиков от погодных и природных особенностей – необходимые материалы и конструкции.

**8. Просчитать необходимые площади и оценить потребление электроэнергии для размещения устройств и оборудования.** Исходя из чеклиста: оценить электропотребление IoT-оборудования; оценить тип необходимой энергии; оценить существующую мощность сети; оценить площади под размещение оборудования, осуществление необходимых манипуляций и свободного доступа к нему; оценить силу электрических помех.

**9. Разработать системы безопасности IoT-устройств и датчиков.** А) Безопасность IoT устройств и сетей: использовать учетные записи служб каталогов и беспроводные серверы аутентификации для управления доступа к устройствам; разработать процесс устранения неполадок; централизованно управлять журналами доступа к конечным точкам; обеспечить идентификацию посредством паролей; ограничить доступ лиц к IoT оборудованию; использовать идентификацию источника данных; не использовать переносные устройства данных для хранения критически важных данных. Б) Безопасность данных: выбрать тип хранилища данных, исходя из типа базы данных и типа данных; определить уровни доступа к данным, исходя из их классификации; использовать шифрование данных, исходя из способа транспортировки и места хранения данных, их интеллектуальной значимости и конфиденциальности.



**10. Выравнивать IoT с корпоративной политикой управления данными.** Аспекты политики конфиденциальности: доступ к данным, хранение, направления использования, права сотрудников, законодательное соответствие.

**11. Спроектировать систему IoT масштабируемой для применения во всей компании.** А) Операционная совместимость между объектами IoT – устройствами, датчиками, оборудованием, программным обеспечением. Б) Возможность повторного внедрения системы, но уже в других подразделениях.

**12. Интегрировать и управлять устройствами IoT.** Критерии соответствия системы IoT: надежность, эффективность, безопасность, воспроизводимость. Этапы: а) установить небольшое количество сенсоров на участке, не связанном с критически важными бизнес-процессами, б) увеличить количество сенсоров, доработать программное обеспечение, оборудование и процессы, в) внедрить аналогичную систему для других департаментов/локаций для проверки разброса результатов.

**13. Создать систему мониторинга и поддержки функционирования IoT.** Необходимо интегрировать следующие уровни поддержки в существующую систему мониторинга и поддержки функционирования бизнес-процессов компании. А) Начальная поддержка: физическая установка шлюзов и замена вышедших из строя элементов системы IoT. Б) Диагностика: превентивная и дистанционная диагностика управляющей платформой неполадок внутри системы, передача отчетов для принятия управленческих решений. В) Обеспечение: команда инженеров IoT-систем проверяет элементы IoT, исходя из данных самодиагностики системы.

**14. Спланировать ресурсы для последующей установки, оперирования и поддержания системы IoT.** Составить закупочный лист сенсоров, шлюзов, программного обеспечения, IT-систем мониторинга и контроля. Распределить обязанности по установке, тестированию и поддержанию элементов IoT.

Методика Intel является общей для внедрения Интернета вещей во всех отраслях, не учитывая специфику отрасли грузовых железнодорожных перевозок. Поэтому в рамках данной ВКР этапы методики Intel включены в семь укрупнённых этапов внедрения Интернета вещей в холдинге «РЖД», но дополнены и расширены под специфику отрасли с учётом анализа описанных выше исследований.

## **2.2. Методика внедрения IoT в холдинге «РЖД»**

В рамках 3<sup>го</sup> этапа исследования «Предложения по подготовке к внедрению IoT» в данной главе будет разработана методика внедрения Интернета вещей. Согласно

терминологии базы данных Sage Research Methods,<sup>33</sup> методика – это совокупность методов, применяемых с опорой на теоретические принципы, лежащие в основе используемых методов, целесообразных для достижения поставленной практической или научной цели. В рамках данной ВКР методика – это совокупность этапов, состоящих из определённых методов, необходимых для внедрения технологии Интернета вещей с целью улучшения основных бизнес-процессов холдинга «РЖД», связанных с осуществлением грузовых перевозок.

На начальных стадиях внедрения Интернета вещей холдингу «РЖД» рекомендуется осуществление ряда описанных ниже мероприятий. Данные мероприятия частично проделаны в рамках данной ВКР. Однако в виду наличия коммерческой тайны и ограниченности временных, человеческих и финансовых ресурсов автора данная методика рекомендуется к применению кросс-функциональной проектной командой самого холдинга «РЖД» по внедрению Интернета вещей и имеет ряд ограничений, которые не повлияют на применение холдингом «РЖД» данной методики ввиду отсутствия ограничений у холдинга:

1. Отсутствие полноценной проектной команды, включающей в себя специалистов в области ИТ, финансов, действующих сотрудников компаний холдинга «РЖД»;
2. Отсутствие доступа к информации, подпадающей под коммерческую тайну;
3. Отсутствие полномочий и ресурсов для запуска пилотного проекта по внедрению Интернета вещей перед его полномасштабным внедрением.

### **2.2.1. Формирование проектной команды (этап 1)**

Согласно исследованию Intel,<sup>34</sup> ещё до непосредственного внедрения IoT необходимо создать проектную команду, которая будет заниматься сбором данных об IoT, оценкой доступных технологий и оборудования, оценкой необходимых для проекта финансовых, человеческих и материальных ресурсов, составлением плана по внедрению IoT. Данная проектная команда будет работать над следующими этапами внедрения IoT, при этом состав участников будет варьироваться в зависимости от этапа. Исходя из результатов исследования, особенностей холдинга «РЖД», выявленных в ходе интервью, и анализа вторичной информации, проектная команда может выглядеть следующим образом:

1. Менеджер проекта
2. Представитель департамента финансов

---

<sup>33</sup> Methodology [Электронный ресурс] // Sage Research Methods data base. — Режим доступа: <http://methods.sagepub.com.ezproxy.gsom.spbu.ru:2048/Search/Results> (дата обращения: 20.04.2018).

<sup>34</sup> Gaiser K., et al. Integrating IoT Sensor Technology into the Enterprise / K. Gaiser // Intel Report— 2015. — P. 3.

3. Представитель IT-департамента
4. Системный интегратор
5. Риск-менеджер
6. Корпоративный менеджер
7. Представители компаний холдинга грузоперевозок
8. Клиенты

Когда проект перейдёт от стадии изучения и одобрения на стадию реализации, в проектную группу на постоянной основе также войдут:

1. Инженеры IoT-систем
2. Провайдеры сетевого сервиса
3. Производители устройств IoT
4. Специалист по кибер-безопасности
5. Разработчик IoT-приложений
6. Разработчик программного обеспечения
7. Специалист по управлению большими данными
8. Специалист по машинному обучению

Далее проанализируем ключевые критерии и требования к отбору второй группы проектной команды – специалистов в области IoT. Для этого проведём анализ должностных инструкций и спецификаций в уже существующих позициях в реальных компаниях, основанных на профессиональных стандартах, законодательно установленных Министерством труда и социальной защиты.<sup>35 36 37</sup>

Исходя из уровней базовой модели Интернета вещей, IoT специалисты должны иметь соответствующие компетенции для разработки, обслуживания и работы с: 1) сенсорами, датчиками и IoT-оборудованием; 2) сетями передачи данных (фиксированной, мобильной и спутниковой связью); 3) серверами, облачными хранилищами, базами данных и программным обеспечением для агрегации, хранения и обработки данных; 4) управляющей платформой, включающей в себя машинное обучение, анализ больших данных, искусственный интеллект; 5) «умными решениями», включающими разработку

---

<sup>35</sup> Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 31 окт. 2014 г.: №866н «Об утверждении профессионального стандарта “Инженер связи (телекоммуникаций)”» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70812640/> (дата обращения: 11.05.2018).

<sup>36</sup> Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 19 мая 2014 г.: № 315н «Об утверждении профессионального стандарта “Инженер-радиоэлектронщик”» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://япрофессионал.рф/полный-профстандарт-№-102-инженер-радио/> (дата обращения: 11.05.2018).

<sup>37</sup> Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 декабря 2015 г.: № 1126н «Об утверждении профессионального стандарта “Рабочий по монтажу приборов и аппаратуры автоматического контроля, регулирования, управления”» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=51862](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=51862) (дата обращения: 11.05.2018).

конечного продукта. Таким образом, специалист IoT должен иметь достаточные знания и опыт в следующих областях: веб-программирование, автоматические системы управления, физика (в особенности электроника и механика), высшая математика и системная инженерия. Специалисты IoT должны уметь выполнять следующие трудовые функции:

1. Комплектация, монтаж, локальное и сетевое подключение элементов системы IoT. Установка и подключение датчиков и трансиверов. Локальное программирование и сетевое подключение оборудования. Обеспечение сетевого взаимодействия управляющей платформы, датчиков и оборудования.
2. Программирование основного функционала системы IoT, исходя из технических требований. Настройка функционала облачных приложения для сбора, обработки и анализа данных. Программирование функций дистанционного управления через управляющую платформу. Программирование системы IoT на автоматическую работу в рамках поставленной задачи. Мониторинг и исправление возникающих отклонений в работе системы IoT от предоставленного ТЗ.
3. Создание веб-приложений. Применять интегрированные системы веб-разработки. Создавать веб-страницы (статические и динамические). Владеть HTML 5 и CSS. Компилировать и тестировать веб-приложения. Обеспечивать информационный обмен между приложениями. Подключать разработанное ПО и сервисы к существующим источниками данных (GPS-картам, платёжным системам).
4. Работа с микрокомпьютерами, датчиками, исполнительными устройствами. Подключать, администрировать и настраивать микроконтроллеры типа Rapsberry, Arduino, СКАРТ, РобоТрек, ТРИК. Программировать микрокомпьютеры (C, C++). Подключать микрокомпьютеры и микроконтроллеры к датчикам, интернету и серверам через проводные и беспроводные технологии.
5. Разработка приложений IoT. Применять интегрированные системы веб-разработки в IoT-приложениях. Настраивать обмен данными между объектами IoT и приложениями. Применять знания в анализе больших данных. Использовать навыки в области машинного обучения. Отлаживать возникающие отклонения в IoT-приложениях. Использовать математические и статистические аналитические сервисы типа Google Analytics.

## 2.2.2. Анализ технологии IoT (этап 2)

### Определение Интернета вещей

На данном этапе проектной команде необходимо дать чёткое определение Интернета вещей с точки зрения конкретной управленческой задачи холдинга «РЖД» и определить единую терминологию.

Согласно Всемирной инициативе по вопросам стандартов технологии Интернета вещей (Internet of Things Global Standards Initiative),<sup>38</sup> Интернет вещей – это глобальная инфраструктура для информационного общества, дающая доступ к высокотехнологичным сервисам через взаимное соединение физических и виртуальных вещей, основанная на уже существующей и поступающей в реальном времени информации и коммуникационных технологиях.

Согласно исследовательскому проекту Интернета вещей CERP-IoT,<sup>39</sup> Интернет вещей – это глобальная динамическая сетевая инфраструктура, способная к самоорганизации за счёт встроенных в неё высоких технологий, основанная на стандартных операционно-совместимых протоколах связи, состоящая из интегрированных в систему физических и виртуальных объектов.

Исходя из исследования внедрения Интернета вещей в шведской железнодорожной отрасли,<sup>40</sup> Интернет вещей – это общность компьютеров, датчиков и исполнительных устройств, объединённых в сеть через любые доступные каналы связи, которые используют различные протоколы взаимодействия между собой и один протокол IP доступа к глобальной сети Интернет для передачи и анализа данных и принятия решения по поставленным участниками системы задачам, обеспечивающим эффективное функционирование национального железнодорожного сектора.

Исходя из проекта по внедрению Интернета вещей в грузовых железнодорожных перевозках,<sup>41</sup> Интернет вещей – это трёхфазная технология, состоящая из 1) датчиков и приборов, собирающих данные, оборудования (подвижного состава) и элементов инфраструктуры (путей, мостов); 2) беспроводных сетей передачи данных к управляющей платформе; 3) анализа и интерпретации полученных данных для принятия решений.

---

<sup>38</sup> Internet of Things Global Standards Initiative [Электронный ресурс] // International Telecommunication Union (ITU) — Режим доступа: <https://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx> (дата обращения: 04.02.2018).

<sup>39</sup> Sundmaeker H., et al. Vision and Challenges for Realising the Internet of Things / H. Sundmaeker // CERP-IoT. – 2010. – P. 43-47.

<sup>40</sup> Berg M., Nordlindh M. Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector / M. Berg, M. Nordlindh // Department of Informatics and Media Uppsala University Sweden. – 2012. – P. 20-25.

<sup>41</sup> Ohyun J. Internet of Things for Smart Railway: Feasibility and Applications [Электронный ресурс] / J. Ohyun // IEEE Internet of Things Journal. База данных Scopus. – 2017. – Режим доступа: <http://proxy.library.spbu.ru:2242/document/8026132/?reload=true> (дата обращения: 08.03.2018).

Суммируя различные трактовки Интернета вещей, приведённые выше, можно вывести следующее определение данного термина с точки зрения применения технологии в грузовых железнодорожных перевозках.

Интернет вещей (Internet of things, IoT) – это сеть, объединяющая в одну систему физические устройства и приборы, подвижной состав и локомотивы, элементы инфраструктуры, отдельные единицы грузов и другие объекты, оснащённые электроникой, программным обеспечением и датчиками и имеющие подключение по сети, что позволяет соединить объекты системы между собой и с внешней средой через управляющую платформу для сбора, передачи и анализа информации с применением облачных и туманных вычислений для своевременного принятия текущих операционных и управленческих решений пользователями сети с целью улучшения выполнения бизнес-процессов системы, связанных с грузовыми железнодорожными перевозками.

Данное определение будет дополняться требованиями к технологии Интернета вещей в последующих параграфах, посвященных принципам функционирования данной технологии.

Другим важным термином является «вещь». Вещь (a thing) – в рамках концепции Интернета вещей – физический или виртуальный объект, интегрированный в систему Интернета вещей, доступный для идентификации в ней и способный коммуницировать с другими объектами системы самостоятельно или через вспомогательные объекты.<sup>42</sup>

#### Эталонная модель Всемирного Форума Интернета Вещей

Далее необходимо представить модель Интернета вещей, адаптированную под отрасль железнодорожных грузоперевозок и холдинг «РЖД», указав для каждого её уровня специфические для холдинга элементы и особенности. Так как базовая модель необходима, но недостаточна для внедрения Интернета вещей в холдинге «РЖД».

В ходе интервью<sup>43</sup> выяснилось, что на момент проведения интервью в холдинге «РЖД» отсутствовало чёткое понимание полной картины устройства IoT: так, представителями холдинга было высказано мнение, что IoT включает в себя только сенсоры, датчики и собственно объекты, на которых они установлены, а также сети передачи данных, но не включает анализ Больших данных, искусственный интеллект и машинное обучение. Как часть подготовительного этапа к внедрению технологии Интернета вещей необходимо проанализировать и представить чёткую модель,

---

<sup>42</sup> Sundmaeker H., et al. Vision and Challenges for Realising the Internet of Things / H. Sundmaeker // CERP-IoT. – 2010. – P. 43-47.

<sup>43</sup> Экспертные интервью с заместителем начальника службы корпоративной информации Октябрьской ЖД – филиала ОАО «РЖД», Горбатов Андреем Викторовичем; специалистом IT-департамента и ответственным за управление бизнес-процессами в ОАО «РЖД» // Из личного архива автора (24.03.2018).

включающую в себя все уровни Интернета вещей и разработанную в соответствии с международными стандартами. Далее будет описана Эталонная модель Интернета вещей Всемирного форума IoT. Автором данной ВКР модель дополняется и уточняется для соответствия специфике отрасли грузовых железнодорожных перевозок: добавляются общепринятая терминология, наглядное представление уровней, приводятся примеры программных продуктов и объектов каждого уровня.

В рамках ежегодного Форума по перспективам продвижения Интернета вещей на массовый рынок, собирающего вместе представителей бизнеса, госструктур и науки, одной из ключевых целей была разработка универсальной эталонной архитектуры Интернета вещей для упрощения создания повторяемых моделей внедрения для всех индустрий и ускорения внедрения Интернета вещей повсеместно. Совместная работа таких гигантов индустрии как IBM, Intel и Cisco привела к созданию в 2014 г эталонной модели Интернета вещей. Данная модель далее будет адаптирована под внедрение технологии Интернета вещей в грузовых железнодорожных перевозках холдинга «РЖД» (рисунок 2).<sup>44</sup>



**Рис. 2.** Дополненная Эталонная модель Всемирного Форума Интернета Вещей<sup>45</sup>

**Уровень 1. Физические устройства и контроллеры** (Physical Devices and Controllers). Первый уровень состоит из «умных» вещей (things), оснащённых сенсорами, и сенсорных сетей, соединяющих физический и цифровой миры и собирающих данные в реальном времени (от видеокамеры до погрузчика). В зависимости от типа вещи, в

<sup>44</sup> Building the internet of things [Электронный ресурс] // CISCO Report. — 2014. — Режим доступа: [http://cdn.iotwf.com/resources/72/IoT\\_Reference\\_Model\\_04\\_June\\_2014.pdf](http://cdn.iotwf.com/resources/72/IoT_Reference_Model_04_June_2014.pdf) (дата обращения: 05.03.2018).

<sup>45</sup> Building the internet of things // CISCO Report. — 2014. — С 5-22.

которую они интегрированы, сенсоры бывают разных типов: электромеханические, инфракрасные, каталитические, фото-ионные, акселерометры, гироскопные, GPS, электрохимические, фотоэлектрические. Все вещи внутри системы IoT могут обладать следующими свойствами: 1) информационное взаимодействие – обязательное свойство, 2) программируемость (обработка и хранение данных), 3) сенсорные функциональные возможности; необходимыми для трансформации от ориентированных на человека объектов к понятным для машин через программное обеспечение и дальнейшей интерпретации объектов и предоставленных ими данных.

В грузоперевозках холдинга «РЖД» к физическому уровню, помимо описанных выше элементов, относятся: элементы железнодорожной инфраструктуры, в обязательном порядке оснащённые датчиками (ЖД-пути, станции, вокзалы, склады, устройства электроснабжения, подвижной состав, грузы).

**Уровень 2. Связь (Connectivity).** Главная функция уровня 2 – обеспечение надежного своевременного информационного обмена. Второй уровень состоит из шлюзов и сетей, служащих «транспортом» для больших объёмов данных, собираемых сенсорами на предыдущем уровне. Для считывания данных и корректной работы большинству сенсоров нужно подключение к агрегатору сенсоров – шлюзу – либо через локальную сеть (LAN: Ethernet и Wi-Fi), либо через персональную сеть (PAN: ZigBee, Bluetooth, UWB). Другие сенсоры подключаются к серверам и приложением без агрегатора, используя глобальные беспроводные сети WAN (GSM, GPRS, LTE). Описанные выше сети LAN и WAN вместе со шлюзами позволяют разным пользователям одновременно использовать ресурсы в одной сети, соблюдая требования конфиденциальности, безопасности и производительности. Шлюзами могут служить микроконтроллеры, радио модули, сигнальные процессоры и модуляторы, OS'ы, модули SIM, шифрование.

В грузоперевозках холдинга «РЖД» к уровню связи следует отнести, помимо описанных выше элементов, мобильную связь (3G, 4G, в идеале – 5G) и спутниковую связь для своевременной передачи информации в местах со слабым покрытием мобильной связи.

**Уровень 3. Туманные вычисления (Edge or Fog Computing).** Главная функция уровня 4 – трансформация и подготовка колоссальных объёмов данных к обработке более высокого уровня и хранению – за счёт следующих операций. Оценка соответствия данных к переходу на следующий уровень. Переформатирование данных для последующей обработки. Расшифровка данных, исходя из контекста. Сжатие и/или суммирование данных для снижения нагрузки на передачу и обработку данных. Сортировка данных, исходя из их типа: сигнализирующие об отклонении или несущие информативный



характер. Данные операции выполняет приложение – интерпретатор данных. Данные попадают во временное хранилище, т.к. зачастую датчики генерируют информацию быстрее, чем приложения способны выполнить запрос пользователя.

В грузоперевозках холдинга «РЖД» к уровню туманных вычислений можно отнести программные решения Cisco – Cisco IOT API, т.к. именно данная компания разрабатывает стандарты для Интернета вещей и её продукты уже используются в промышленном Интернете вещей.<sup>46</sup> Особенно важным для момента для холдинга «РЖД» на данном уровне является тот факт, что объём данных к передаче, хранению и обработке на следующих уровнях значительно снижается.

**Уровень 4. Накопление данных (Data accumulation).** На данном уровне программное обеспечение определяет следующее. Должны ли эти данные храниться на постоянной основе на сервере или быть удалены после краткосрочного использования. Нужно ли хранить эти данные в реляционной базе данных (RDBMS), файловой системе или системе больших данных (Hadoop). Нужно ли комбинировать данные с поступившими ранее. После прохождения этого уровня изменяется состояние данных и среды: данные переходят из состояния движения в состояние покоя, ориентация системы переходит от основанной на происходящих событиях к основанной на запросах, время переходит из «реального» в «нереальное». Так, приложения получают доступ к данным в покое, а не только к данным в реальном времени.

В грузоперевозках холдинга «РЖД» к уровню накопления данных относятся ЦОДы (центры обработки данных). На данный момент их 3 штуки, в Москве, Иркутске и Ярославле.

**Уровень 5. Абстракция данных (Data abstraction).** Ввиду большого объема данных, необходимости разделения потоков обработки данных и потоков передачи данных в хранилища, географической удалённости устройств и централизованной обработки данных, этот уровень отвечает для дальнейшую обработку данных к использованию приложениями: фильтрация, комбинирование и форматирование так, чтобы пользовательские приложения могли распознавать данные.

В грузоперевозках холдинга «РЖД» к уровню абстракции данных можно отнести любые программные продукты, основанные на PaaS (Platform as a Service) и SaaS (Software as a Service) технологиях. Примерами уже использующихся продуктов в т.ч. в

---

<sup>46</sup> Cisco Fog Computing Solutions: Unleash the Power of the Internet of Things [Электронный ресурс] // Официальный сайт «Cisco». — 2015. — Режим доступа: <https://www.itproportal.com/features/the-top-5-most-successful-iot-business-models/> (дата обращения: 20.04.2018).

железнодорожных грузоперевозках являются: Google IoT Core, Microsoft Azure и AWS IoT.<sup>47</sup>

**Уровень 6. Приложения (Applications).** Представляет собой приложения, ориентированные на конкретную отрасль (т.е. не способные к применению в других отраслях и учитывающие особенно конкретно выбранной отрасли) – вертикальные – под медицину, транспорт, энергетику; либо горизонтальные для конкретного процесса – мониторинг активов, управление складом. Модель не имеет конкретных требований к приложениям. Примерами могут быть: программное обеспечение для бизнеса (ERP), пользовательские мобильные приложения или собственно программное обеспечение, которое контролирует функционирование системы Интернета вещей без оперирования собираемыми данными.

В целом, приложения могут отвечать за автоматизацию технологических и бизнес-процессов в рамках IoT через набор информационных услуг: OSS/BBS (Operation Support System/Business Support System) для поддержки операционной деятельности (управление устройствами и настройками, производительностью, безопасностью) и бизнес-деятельности (биллинг, отчетность); обработку информации (статистическая аналитика, анализ данных и текста, срочная и отложенная аналитика, прогнозы); хранение и обеспечение безопасности данных; управление бизнес-правилами (BRM: определение, моделирование, имитация и выполнение правил); управление бизнес-процессами (BPM: моделирование, имитация и выполнение процессов).

В грузоперевозках холдинга «РЖД» к уровню приложений необходимо отнести заточенные под железнодорожную отрасль сложные программные решения для внутреннего пользования холдингом и упрощенные мобильные приложения для клиентов.

**Уровень 7. Взаимодействие и процессы (Collaboration and Processes).** Информация, собранная и обработанная на предыдущих уровнях, собирается не только для машинного анализа, но и для промежуточного участия людей с целью принятия тех или иных управленческих решений. На данном уровне происходит взаимодействие всех заинтересованных сторон данной системы IoT.

В грузоперевозках холдинга «РЖД» на уровне сотрудничества и процессов происходит интерпретация самими людьми (сотрудниками холдинга «РЖД» и его клиентами) полученной из приложений информации. Например, клиент, узнав, что его груз доставлен, выбирает дополнительную опцию доставки «до дверей».

---

<sup>47</sup> Куприяновский В. Интернет вещей на промышленных предприятиях [Электронный ресурс] / В. Куприяновский // International Journal of Open Information Technologies Режим доступа: [injoit.org/index.php/j1/article/download/358/330](http://injoit.org/index.php/j1/article/download/358/330) (дата обращения: 16.03.2018).

При этом очень важным элементом модели Интернета вещей является управляющая платформа. Управляющая платформа – расположенное на облаке программное обеспечение, интегрирующее данные со всех подключенных к нему серверов, основанное на искусственном интеллекте, машинном обучении и обеспечивающее безопасность данных, основная функция которого заключается в хранении, анализе и интерпретации полученных данных с целью принятия управленческих решений машиной и/или человеком.<sup>48</sup> Данная платформа включает в себя уровни 4-6 Эталонной модели Интернета вещей.

#### Технологии, необходимые для внедрения IoT

Далее необходимо определить ключевые технологии, без которых невозможно функционирование Интернета вещей. Беспроводные сенсорные сети, облачные технологии, туманные вычисления, интеллектуальные датчики, технология RFID.

**Беспроводные сенсорные сети (WSN)** – распределённая сеть, состоящая из большого количества датчиков и исполнительных устройств, соединённых между собой посредством радиоканала, где данные передаются путём ретрансляции от одного узла к другому. Основными преимуществами и отличиями от собственно проводных сетей являются самоорганизация (способность элементов одного уровня упорядочиваться в систему без внешнего воздействия с появлением единицы следующего качественного уровня: например, сенсоры самостоятельно объединяются в сеть, даже если их разбросать с самолёта в зону техногенной катастрофы), устойчивость к выходу из строя отдельных узлов (если один из узлов вышел из строя, главный приёмопередатчик сети найдёт обходной маршрут через другой узел), низкое энергопотребление и большие площади покрытия.<sup>49</sup>

**Облачные технологии** – средство обеспечения сетевого доступа пользователей к вычислительным ресурсам (сетям передачи или устройствам хранения данных, серверам, приложениям и сервисам) для хранения и обработки информации. Облачный сервис состоит из физической инфраструктуры – серверов и жестких дисков, платформы – где собственно пользователям предоставляются инструменты для работы с данными, и программное обеспечение – которое и позволяет работать с данными.<sup>50</sup>

---

<sup>48</sup> Lamarre E., et al. Making sense of Internet of Things platforms [Электронный ресурс] / E. Lamarre // McKinsey & Company — 2017. — Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/making-sense-of-internet-of-things-platforms> (дата обращения: 20.04.2018).

<sup>49</sup> Беспроводные сенсорные сети [Электронный ресурс] // Geektimes. — 2010. — Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/95011/> (дата обращения: 12.04.2018).

<sup>50</sup> Глазунов С. Чем полезны облачные технологии для предпринимателя [Электронный ресурс] / С. Глазунов // «Контур»: теория бизнеса. — 2013. — Режим доступа: <https://kontur.ru/articles/225> (дата обращения: 12.04.2018).

**Туманные вычисления** – вспомогательная к облачным технология, позволяющая временно хранить данные, анализировать их и принимать решения «на месте», используя ресурсы устройств, работающих «на земле» (компьютеров, мобильных телефонов, бытовых приборов, дронов, видеокамер), а не отправлять колоссальные объёмы «сырых» данных на центральные узлы сети в облако. Без них эффективное функционирование IoT невозможно.<sup>51</sup>

**Интеллектуальные датчики** – датчики, способные по внешним сигналам применять определённые алгоритмы работы и параметры и имеющие функцию метрологического самоконтроля, в т.ч. способные самовосстанавливаться и самообучаться. При этом данные датчики через сетевой интерфейс включаются в сеть, что позволяет удалённо настраивать датчик, изменять режим его работы, проводить диагностику, собирать данные.<sup>52</sup>

**Технология RFID** – в общем смысле RFID (Radio Frequency IDentification) – технология автоматической идентификации объектов, заключающаяся в считывании радиосигналов или записи хранящихся в транспондерах (RFID-метках) данных.<sup>53</sup> В логистике RFID позволяет отслеживать цепочку поставок в реальном времени, мониторить отдельную единицу товара на каждом этапе цепочки поставок, тем самым снижая влияние человеческого фактора, снижая временные издержки, увеличивая надёжность процессов и снижая вероятность ошибок.<sup>54</sup> В складской логистике RFID позволяет решать следующие задачи в рамках автоматизации. Приёмка: производится автоматическое сравнение поступившего товара с накладными во время разгрузки. Отгрузка: контроль комплектации груза без вскрытия упаковки, проверка адреса доставки в момент загрузки транспортного средства. Инвентаризация: сокращение времени инвентаризации в 10 раз за счёт автоматизации данной операции. Поиск: определение местонахождения объекта за счёт установленных датчиков. Контроль оборотной тары: отслеживание перемещения ОТ для планирования использования и быстрого обнаружения свободной ОТ с целью переназначения. Контроль перемещений на территории склада: локализация сотрудников, автопогрузчиков, транспортных средств и т.д. RFID активно внедряется в железнодорожной отрасли для мониторинга локомотивов,

---

<sup>51</sup> Неяскин Г. Что такое «туманные вычисления»? [Электронный ресурс] / Г. Неяскин // Republic. — 2016. — Режим доступа: <https://republic.ru/posts/70227> (дата обращения: 12.04.2018).

<sup>52</sup> Интеллектуальные датчики и их использование [Электронный ресурс] / / Electrical School. — 2016. — Режим доступа: <http://electricalschool.info/automation/1829-intellektualnye-datchiki-i-ikh.html> (дата обращения: 12.04.2018).

<sup>53</sup> Все, что вы хотели узнать о RFID-технологии [Электронный ресурс] // РСТ Инвент. — Режим доступа: <http://www.rst-invent.ru/faq/> (дата обращения: 12.04.2018).

<sup>54</sup> Chunling S. Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things / S. Chunling // SciVerse Science Direct. — 2012. — P. 105-109.

пассажирских и грузовых вагонов и их частей (например, колесных пар). Очень важным преимуществом является использование RFID для техобслуживания, ремонта и эксплуатации.<sup>55</sup>

Свою полезность данная технология уже доказала. Например, в Швеции в рамках пилотных проектов<sup>56</sup> RFID-датчики, метки и приёмники были установлены на поезда, рельсы, двигатели и контейнеры, зарекомендовав технологию выгодной для всех стейкхолдеров. Владельцы инфраструктуры могут идентифицировать конкретный вагон, причиняющий вред ЖД-путям ввиду неисправности первого, и привлечь его владельца к ответственности. Железнодорожные компании – в реальном времени получать информацию, позволяющую эффективное планирование и эксплуатационно-ремонтные работы. Клиенты – интегрировать получаемые данные в свою логистическую цепочку.

### **2.2.3. Анализ факторов макросреды и микросреды (этап 3)**

Необходимо, во-первых, выявить и оценить влияние политических, экономических, социальных и технологических факторов внешней среды, связанных с особенностями функционирования железнодорожной отрасли и характеристиками страны, с целью оценки их значимости при внедрении Интернета вещей и определения соответствующих барьеров (угроз) и стимулов (возможностей) внедрения Интернета вещей, критически важных для холдинга «РЖД». Во-вторых, необходимо выявить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы холдинга «РЖД», влияющие или зависящие от внедрения Интернета вещей. Данные факторы проанализированы в Главе 1, параграфе «PEST-анализ отрасли грузовых ЖД перевозок и SWOT-анализ холдинга “РЖД”».

В-третьих, необходимо определить барьеры и преимущества внедрения Интернета вещей, исходя из опыта применения данной технологии, научных статей, исследований и оценок аналитиков.

#### Основные барьеры при внедрении Интернета вещей

Развитие IoT открыло ряд возможностей для прогресса в железнодорожной отрасли: умные поезда, составление расписаний, рациональное использование ограниченных мощностей, контроль безопасности, интеграция с умными городами и прочее.

Однако рост инноваций в железнодорожной отрасли сдерживается серьёзными факторами, в числе которых устаревшая или слабо развитая инфраструктура,

---

<sup>55</sup> Железнодорожный транспорт [Электронный ресурс] // ISBC RFID — Режим доступа: <http://www.isbc-rfid.ru/applications/trains/> (дата обращения: 07.03.2018).

<sup>56</sup> Berg M., Nordlindh M. Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector / M. Berg, M. Nordlindh // Department of Informatics and Media Uppsala University Sweden. – 2012. – P. 5-9.

эксплуатационная несовместимость, высокие начальные инвестиции, устаревшие системы коммуникации, медленная автоматизация процессов, сложности интеграции в уже существующие системы и растущая угроза кибер-безопасности. Более того, поезда большую часть времени находятся в движении, а погодные условия характеризуются изменчивостью, что усложняет внедрения IoT. Согласно отчёту PwC, низкая стоимость труда и энергоносителей, недостаточно точные и подробные карты, бюрократия при принятии решений, отсутствие единых стандартов также тормозят развитие IoT.<sup>57</sup>

Согласно исследованию,<sup>58</sup> сложности внедрения IoT связаны не только с глобальными факторами, но и с индивидуальными особенностями компании, где данная технология внедряется. Самыми весомыми по результатам опроса оказались следующие факторы: недостаточно знаний и навыков у сотрудников, недостаточно знаний и приверженности новой политике у высшего менеджмента, относительно высокие для данной компании инвестиции в IoT инфраструктуру, слабая осведомлённость о преимуществах улучшенных товаров и услуг, регламенты и нормативы (например, о конфиденциальности данных).

Оснащение всех объектов системы IoT датчиками, сенсорами, метками и иным оборудованием, собирающим информацию о множестве факторов (геолокации, температуре, давлении, скорости, степени готовности и т.д.) генерирует огромные объёмы информации, которую нужно хранить, обрабатывать для дальнейшего полезного использования и обеспечивать её безопасность.

В виду существования множества определений Больших Данных (Big Data), охарактеризуем данный термин параметрами, выделенными в исследовании «On Big Data Management in Internet of Things»<sup>59</sup>: объём обрабатываемых и хранящихся данных; скорость их передачи, получения, обработки и анализа; разнообразие типов данных; достоверность и ценность. Интернет вещей оказывает очень существенное влияние на 3 параметра BD – объём, скорость и разнообразие – которые становятся ключевыми направлениями в управлении BD в рамках IoT.

Эти 3 переменные, в свою очередь, влияют на важный критерий эффективность использования данных – время ожидания. Да, данные передаются в режиме реального времени, но в виду их гигантского объёма возникает вопрос: насколько реально это

---

<sup>57</sup> «Интернет вещей» (IoT) в России [Электронный ресурс] // Отчёт PwC. – 2017. – Режим доступа: [https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research_rus.pdf) (дата обращения: 20.02.2018). – С. 48-50.

<sup>58</sup> Ferretti M., et al. Internet of Things and business processes redesign in seaports: The case of Hamburg [Электронный ресурс] / M. Ferretti // Business processes management journal. База данных EmeraldInsight. — 2016. — Режим доступа: <http://proxy.library.spbu.ru:2155/doi/full/10.1108/BPMJ-05-2015-0079> (дата обращения: 05.03.2018).

<sup>59</sup> Mubarak A. On big data management in internet of things / A. Mubarak // Department of Computer Science, University of Science and Technology. — 2016. — P. 18-25.

реальное время? Здесь имеется в виду время ожидания обратного ответа после передачи данных, который важно получить до того, как данные станут устаревшими. Выделяются 3 типа (причины) увеличения время ожидания: задержка данных – время, требуемое на сбор данных; задержка анализа – время, требуемое на оценку данных и их преобразования в информацию для принятия мер; задержка реакции – время, требуемое на собственно принятие мер.<sup>60</sup> Для IoT наиболее существенным оказывается задержка в принятии мер или предоставлении обратного ответа, так как данные внутри системы собираются не просто для статистики, а передаются от одного объекта системы к другому, часто сигнализируя об отклонениях.<sup>61</sup> Время реакции нужно сводить к минимуму, иначе вся суть IoT не имеет смысла: если информация о повышении температуры в холодильном контейнере с лекарствами была получена в 17:03, а меры приняты в 22:05, возможно, вся партия испорчена и подлежит уничтожению.

Полный список и классификация выделенных барьеров будут представлены в параграфе «Условия для внедрения Интернета вещей» данной главы.

#### Преимущества и стимулы к внедрению Интернета вещей

Несмотря на существующие барьеры, всё чаще железнодорожные отрасли по всему миру внедряют те или иные элементы IoT.<sup>62</sup> Это связано с тем, что технологии передачи данных становятся быстрее, безопаснее, дешевле; датчики и трансиверы – меньше в размере, доступнее по цене, потребляют меньше энергии; батареи дольше держат заряд, позволяя справляться с проблемой невозможности их постоянной подзарядки; развиваются облачные сервисы, позволяющие хранить колоссальные объёмы данных и управлять Большими данными. Кроме того, прогнозируется, что стоимость технического обслуживания и ремонта будет увеличиваться ввиду износа существующей ЖД-инфраструктуры и увеличения пассажиропотока и грузоперевозок, что уже сегодня вызывает необходимость в мониторинге комплексных эксплуатационно-ремонтных работ множества разнородных элементов ЖД-инфраструктуры.<sup>63</sup> Так, например, датчики передают данные о локации состава, его скорости, массе, погодных условиях, вибрациях ЖД-полотна, что позволит адаптировать требования к эксплуатации и ремонту состава и его компонентов и устанавливать соответствующие скоростные ограничения. Согласно

---

<sup>60</sup> Hackathorn R. The BI Watch: Real-Time to Real Value / R. Hackathorn // DM Review. – 2004.

<sup>61</sup> Lopes O. RFID and the Internet of things in freight and handling operations / O. Lopes // Instituto Superior de Economia e Gestao. – 2010. – P. 1-10.

<sup>62</sup> About Roll2Rail [Электронный ресурс] // Roll2Rail – Режим доступа: <http://www.roll2rail.eu/> (дата обращения: 11.03.2018).

<sup>63</sup> Rabatel J., et al. Anomaly Detection in Monitoring Sensor Data for Preventive Maintenance / J. Rabatel // *Expert Systems with Applications*. – 2011. – P. 2-12.

статье,<sup>64</sup> чтобы оценить целесообразность внедрения IoT, можно рассчитать, какая доля в структуре затрат на поддержание инфраструктуры в рабочем состоянии приходится на человеческие ресурсы (инспекция состояния инфраструктуры вручную, что при внедрении IoT можно будет автоматизировать), какая на собственно ремонт. Это позволит приблизительно оценить, насколько неэффективно сейчас используются ресурсы в компании.

Согласно исследованию внедрения одной только RFID-технологии в логистических и транспортных компаниях,<sup>65</sup> в среднем по изученным компаниям преимущества от её внедрения в процентном соотношении составили: временные затраты, физические и человеческие ресурсы на погрузочно-разгрузочные работы фургонов/вагонов/контейнеров были снижены на 13%; административные накладные расходы при поступлении грузов были уменьшены на 70%, а снижение временных затрат при поступлении грузов достигли 90%; снизилось число аварий на 54,3%, а стоимость претензий и исков сократилась на 29,7%.

В своей статье<sup>66</sup> Е.И. Антонова и И.А. Васильев проанализировали процессы организации контейнерных железнодорожных перевозок на примере Владивостокского контейнерного терминала (ВКТ), выявили существующие сложности и предложили методы автоматизации как решение данных проблем. Рассмотрим сложности, описанные авторами. Во-первых, при мультимодальных перевозках, после доставки по железной дороге контейнеры ожидают дальнейшего распределения в контейнерном терминале, что может растянуться на месяц. Часто контейнеры, прибывающие в разное время, но имеющие один пункт назначения, размещаются в разных секциях склада. Или контейнер, раньше стоящий в очереди на отправку, оказывается на нижнем ярусе, что ведёт к необходимости перемещения всех контейнеров выше. Все эти факторы ведут к необходимости эффективного использования доступного пространства терминалов и размещения контейнеров таким образом, чтобы их отправление до следующего пункта назначения отнимало как можно меньше финансовых, временных, человеческих и материальных ресурсов. Во-вторых, большой объём работы, который сейчас осуществляется вручную, с внедрением IoT получится делать без участия человека, снижая перечисленные выше затраты. Среди проблем опоздание по срокам, простой

---

<sup>64</sup> Ohyun J. Internet of Things for Smart Railway: Feasibility and Applications [Электронный ресурс] / J. Ohyun // IEEE Internet of Things Journal. База данных Scopus. – 2017. – Режим доступа: <http://proxy.library.spbu.ru:2242/document/8026132/?reload=true> (дата обращения: 08.03.2018).

<sup>65</sup> Uckelmann D. Quantifying the Value of RFID and the EPC / D. Uckelmann // Global Architecture Framework in Logistics. – 2012. – P. 5-17.

<sup>66</sup> Васильев И. Проблема организации грузовых работ на железной дороге контейнерного терминала / И. Васильев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2013. – P. 67-73.



вагонов, неэффективное ведение документооборота. Ежедневно сотрудники самостоятельно в процессе приёмки и отправки грузов контролирует комплектацию вагонов, их заполненность, соответствие груза, учитывая, при этом, доступность техники и разгрузочных площадей, подходят ли они для данного типа груза, что отнимает большое количество времени.

Таким образом, можно сказать, что внедрение IoT открывает ряд возможностей для компании по 5 направлениям:<sup>67</sup> мониторинг различных характеристик и атрибутов объектов и процессов, измерение показателей деятельности, контроль и внесение изменений без участия человека, автоматизация бизнес-процессов, обучение из предоставленной аналитическими системами информацией.

Полный список и классификация выделенных преимуществ будут представлены в параграфе «Условия для внедрения Интернета вещей» данной главы.

#### Условия для внедрения Интернета вещей

По результатам оценки лучших мировых практик внедрения промышленного IoT специалисты J'son & Partners Consulting<sup>68</sup> заключили, что внедрение IoT целесообразно и оправданно в компаниях, подходящих под хотя бы несколько перечисленных ниже характеристик:

1. широкая номенклатура продукции, множество комплектующих;
2. необходимость улучшения качества продукции/услуг и уменьшения брака;
3. необходимость обеспечения эффективного сервисного обслуживания;
4. необходимость снижения эксплуатационных затрат;
5. высокая энергоёмкость деятельности;
6. сложные операционные условия;
7. необходимость превентивных мер для диагностики неисправностей оборудования и снижения простоев;
8. необходимость повышения производительности сотрудников;
9. необходимость обеспечения безопасности сотрудников;
10. необходимость масштабной системной интеграции.

Согласно интервью с тремя представителями холдинга «РЖД», а также информации с официального сайта холдинга «РЖД», холдинг удовлетворяет всем 10 вышеперечисленным требованиям. Помимо данных характеристик перед внедрением IoT

---

<sup>67</sup> Macaulay J. 2015 Internet of things in logistics DHL trend research / J. Macaulay // Cisco Consulting Services A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry. — 2015. — Р. 8-14.

<sup>68</sup> Промышленный интернет вещей [Электронный ресурс] // TadViser. — Режим доступа: [www.tadviser.ru/index.php/Статья:IIoT\\_-\\_Industrial\\_Internet\\_of\\_Things\\_\(Промышленный\\_интернет\\_вещей\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:IIoT_-_Industrial_Internet_of_Things_(Промышленный_интернет_вещей)) (дата обращения: 14.03.2018).

компании нужно соотносить выигрыши от использования данной технологии с барьерами внедрения. Для наглядности представим плюсы (выигрыши, стимулы) и минусы (проблемы, барьеры) внедрения IoT в таблицах 1 и 2.

**Таблица 1.** Преимущества и стимулы внедрения IoT

Тип преимуществ или стимулов	Примеры	Характеристики
<b>Информационные</b>	Доступность данных	Данные доступны в реальном времени как внутри компании для выполнения операционной деятельности и составления прогнозов, так и для клиентов для получения информации о состоянии их товара/услуги.
	Скорость обработки	Объекты IoT не только быстро собирают «сырые» данные, но и быстро преобразовывают их в информацию для конечного использования
	Эффект Больших данных	По мере накопления исторических данных системы обучаются определять необходимые далее действия в автоматическом режиме
<b>Технологические</b>	Возможность хранения колоссальных объемов информации	С развитием и доступностью облачных сервисов агрегация и хранение данных стали легко доступными
	Доступность технологий	Технологии, ранее требовавшие крупных инвестиций, теперь поставляются массово (например, RFID). Беспроводные сети покрывают огромные территории, а где нет доступа к Wi-Fi, объекты IoT могут использовать ГЛОНАСС

Тип преимуществ или стимулов	Примеры	Характеристики
<b>Операционные</b>	Рациональное использование ресурсов	Материальные, информационные, финансовые, человеческие и временные ресурсы расходуются по мере необходимости за счёт постоянного контроля системой IoT, высокой прозрачности действий, автоматизации и доступности исторических данных. Сокращаются простои оборудования, потребление энергии, время ремонтных работ
	Снижение ошибок	Человеческий фактор, сбои в работе оборудования, нештатные ситуации – их эффекты сводятся к минимуму за счёт автоматизированных систем выполнения и контроля операций и систем прогнозирования угроз
	Общепринятая стандартизация	Все объекты системы смогут взаимодействовать между собой и с внешним миром в виду единых правил, стандартов и процедур, которых сейчас нет
<b>Экономические</b>	Снижение затрат	За счёт уменьшения браков, простоев, рационального использования ресурсов и высокого уровня сервиса.
	Рост удовлетворенности клиентов	Отнесён к экономическим, т.к. удовлетворенность клиентов влияет на общую создаваемую бизнесом ценность. Например, растёт лояльность, клиенты совершают повторные покупки, растёт доля рынка, растут продажи

**Таблица 2.** Проблемы внедрения IoT

Тип проблем	Примеры	Характеристики
<b>Информационные</b>	Безопасность	Кибер-атаки, разглашение конфиденциальной информации компании или её клиентов, использование оружия, техники и иных объектов IoT третьими лицами, угроза террористических атак.
	Нежелание делиться информацией	Деятельность объектов внутри системы IoT станет максимально прозрачной, а компании-конкуренты смогут пристальнее наблюдать за другими игроками рынка
<b>Технологические</b>	Время работы батарей	Датчики работают на батареях, что при оснащении ЖД-инфраструктуры нецелесообразно, т.к. протяженность и удаленность ЖД не позволит эффективно заряжать батареи. Нужно получать энергию от окр. среды
	Инфраструктура	Устаревшие ЖД-пути, платформы, станции, отсутствие необходимым для внедрения IoT элементов инфраструктуры, устаревшие системы коммуникации
	Особенности климата	ЖД проходят через зоны с разными климатическими условиями, а поезда находятся в постоянном движении. Поэтому все приборы должны выносить перепады скорости, температур, давления, влажности, дождь, снег, сильный ветер.

Тип проблем	Примеры	Характеристики
Операционные	Отсутствие единых стандартов	Необходимо разработать единые правила и процедуры, отсутствие которых сейчас не позволяет интегрировать существующие решения и сдерживает новые
Организационные	Знания, навыки, приверженность	Отсутствие понимания, навыков IoT у сотрудников, приверженности новой политике у менеджмента
	Регламенты и нормативы	Некоторые нормативы в компании могут идти вразрез с новой политикой IoT. Например, о неразглашении данных, что сильно осложняет передачу данных в IoT.
	Бюрократия	Внедрение IoT требует одобрения и принятия десятков решений по организационным, технологическим, финансовым вопросам. Но в некоторых компаниях этот процесс влечет за собой огромные затраты ресурсов.
Экономические	Высокие начальные инвестиции	Ремонт или возведение инфраструктуры, закупка датчиков, меток, трансиверов, переобучение персонала, оформление сопутствующих документов

Рассмотрим, в каких из изученных в рамках данной ВКР статей и публикациях встретились перечисленные выше барьеры и недостатки, а также стимулы и преимущества внедрения технологии Интернета вещей (таблица 3 и таблица 4). Для определения данных факторов, помимо работы с интернет-порталами и учебными изданиями, были проанализированы следующие статьи и исследовательские работы:

1. Mubarak A. On big data management in internet of things / A. Mubarak // Department of Computer Science, University of Science and Technology. — 2016. — 85 p. В данной

исследовательской работе подробно на 85 страницах описывается интеграция технологии Больших данных в Интернет вещей через платформу, объединяющую туманные и облачные технологии, создавая эффект синергии исторических данных из платформы Больших данных и поступающих в реальном времени данных от множества IoT-устройств. В рамках исследования изучаются внешние и внутренние факторы, влияющие на внедрение технологии Интернета вещей, определяются преимущества и недостатки технологии.

2. Sundmaeker H., et al. Vision and Challenges for Realising the Internet of Things / H. Sundmaeker // CERP-IoT. – 2010. – 230 p. Данная исследовательская работа проведена Кластером европейских исследовательских проектов по внедрению Интернета вещей CERP-IoT. На 230 страницах анализируется полный процесс эволюции Интернета вещей, начиная от причин его зарождения, барьеров при внедрении технологии, реальных кейсов его внедрения, анализа технологических, экономических, информационных и операционных аспектов и заканчивая прогнозами развития Интернета вещей.
3. Куприяновский В. Интернет вещей на промышленных предприятиях [Электронный ресурс] / В. Куприяновский // International Journal of Open Information Technologies Режим доступа: [injoit.org/index.php/j1/article/download/358/330](http://injoit.org/index.php/j1/article/download/358/330) (дата обращения: 16.03.2018). В данной научной статье анализируются сложности и преимущества внедрения Интернета вещей с учётом специфики именно промышленных отраслей, где наблюдается высокая необходимость в автоматизации операций и постоянном информационном обмене с учётом множества требований к стандартам безопасности и осуществления основных бизнес-процессов. В статье также представлена архитектура Интернета вещей с анализом управляющей платформы.
4. Berg M., Nordlindh M. Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector / M. Berg, M. Nordlindh // Department of Informatics and Media Uppsala University Sweden. – 2012. – 80 p. Данная исследовательская работа посвящена исследованию реального внедрения Интернета вещей, основной целью которого является совершенствование логистических аспектов шведских грузовых железнодорожных перевозок за счёт внедрения Интернета вещей, с последующей интеграцией технологии в европейскую железнодорожную систему. Как и в случае данной ВКР, основной акцент делается на начальные стадии внедрения, т.к. проект только готовится к полномасштабному внедрению.
5. «Интернет вещей» (IoT) в России [Электронный ресурс] // Отчёт PwC. – 2017. – Режим доступа: [https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research_rus.pdf) (дата

обращения: 20.02.2018). – 64 с. Исследование, проведённое международной консалтинговой компаний «PwC», посвящено анализу рынка Интернета вещей в России в ряде отраслей: электроэнергетика, здравоохранение, сельское хозяйство и животноводство, транспортировка и хранение грузов, «умный город» и «умный дом». Исследование включает анализ экономических, информационных, операционных и технологических барьеров и преимуществ внедрения IoT, характерных именно для России; экономическую оценку потенциала внедрения IoT в каждой из отраслей; направления развития IoT.

6. Fraga-Lamas P. Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways / Fraga-Lamas P. // MPDI: Sensors Open Access Journal. – 2017. – 44 p. В данной статье анализируется промышленный Интернет вещей через кейс внедрения IoT в железнодорожных перевозках, акцентируя внимание на технологиях беспроводных сетей, датчиков, систем коммуникации как инструментах эффективного функционирования технологии, предлагая различные сценарии внедрения и архитектуру Интернета вещей, включая исследование IoT-систем мониторинга инфраструктуры, операций, обеспечения безопасности, прогнозирования на железнодорожных перевозках.
7. Ferretti M., et al. Internet of Things and business processes redesign in seaports: The case of Hamburg [Электронный ресурс] / M. Ferretti // Business processes management journal. База данных EmeraldInsight. — 2016. — Режим доступа: <http://proxy.library.spbu.ru:2155/doi/full/10.1108/BPMJ-05-2015-0079> (дата обращения: 17.02.2018). Данная статья посвящена анализу реального кейса внедрения технологии Интернета вещей в порту Гамбурга в том числе с логистической точки зрения с учётом прилегающей к порту железнодорожной инфраструктуры. В статье приводится обоснование преимуществ внедрения IoT в плане оптимизации бизнес-процессов порта, несмотря на присущие Интернету вещей барьеры.
8. Macaulay J., et al. 2015 Internet of things in logistics DHL trend research / J. Macaulay // Cisco Consulting Services A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry. — 2015. — 29 p. Данное исследование подготовлено компаниями-первопроходцами в сфере Интернета вещей. Именно они участвуют в разработке международных стандартов и архитектуры IoT. Исследование анализирует барьеры и преимущества внедрения IoT через разбор лучших практик с точки зрения операционной эффективности, безопасности, удовлетворенности клиентов и бизнес-моделей. Акцент делается на кейсы в складской и транспортной логистике с последующим выявлением КФУ.

Номер в колонках соответствует номеру статьи, знаки «+» и «-» на пересечении фактора-стимула или фактора-барьера говорят соответственно о наличии или отсутствии упоминания данного фактора в данной статье.

**Таблица 3.** Стимулы, влияющие на принятие решения о внедрении IoT

Номер статьи или публикации	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Стимулы и преимущества</b>								
Доступность данных	+	+	+	+	+	+	+	+
Скорость обработки	+	+	+	+	+	+	+	+
Эффект Больших данных	+	+	+	+	+	-	-	+
Возможность хранения колоссальных объемов информации	+	+	+	+	+	+	+	+
Доступность технологий	-	+	+	+	+	+	+	+
Рациональное использование ресурсов	+	+	+	+	+	+	+	+
Снижение ошибок	-	+	+	+	+	+	+	+
Общепринятая стандартизация	+	+	+	+	+	-	+	+
Снижение затрат	+	+	+	+	+	+	+	+
Рост удовлетворённости клиентов	+	+	-	+	+	+	+	+

**Таблица 4.** Барьеры, влияющие на принятие решения о внедрении IoT

<b>Барьеры</b>								
Безопасность	+	+	-	+	+	+	+	+
Нежелание делиться информацией	+	-	-	-	+	-	-	-
Время работы батарей	-	+	-	-	-	+	-	+
Инфраструктура	-	+	-	+	+	+	-	-
Особенности климата	-	-	-	+	+	+	-	+
Отсутствие единых стандартов	+	+	+	+	+	+	-	-
Знания, навыки, приверженность	+	+	+	+	+	-	+	+
Регламенты и нормативы	+	+	-	+	+	-	-	+
Бюрократия	-	+	-	+	+	-	-	-
Высокие начальные инвестиции	-	+	-	-	+	-	+	-

Из таблиц видно, что большинство факторов в той или иной степени упоминаются в большинстве статей. Стоит учитывать, что некоторые из статей имеют определённую специфику, поэтому не затрагивают части факторов (например, время работы батарей



является фактором, специфичным для таких отраслей, как железнодорожные перевозки), что, однако, не указывает на незначимость данных факторов.

#### **2.2.4. Определение функциональных направлений внедрения IoT (этап 4)**

##### Передача информации в системе IoT

Необходимо определить виды взаимодействий между всеми элементами системы IoT: инфраструктурой, подвижным составом, оборудованием, сенсорами и сетями.

Рассмотрим 6 типов систем коммуникации, необходимых к созданию при внедрении IoT в железнодорожной отрасли, проанализированных в научной работе «Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways»: 1) система межвагонной коммуникации, 2) система внутривагонной коммуникации, 3) система станционной коммуникации, 4) система коммуникации поезд-инфраструктура, 5) система коммуникации инфраструктура-инфраструктура, а также 6) сенсоры и беспроводные сети.<sup>69</sup> Взаимодействие «Поезд-инфраструктура» требует установки приёмопередающих устройств точки доступа к беспроводной сети в самом поезде и соответствующей инфраструктуры «на земле». При *межвагонной* коммуникации соединение может быть как беспроводным, так и через оптоволоконный кабель, однако последнее является неэффективным ввиду необходимости переподсоединения кабелей при смене конфигурации состава. Трансиверы устанавливаются в каждом вагоне и одновременно служат точкой доступа к беспроводной сети для всех элементов сети внутри вагона. *Внутривагонная* коммуникация обеспечивает управление такими системами как, например, отопление, вентиляция и кондиционирование. Система коммуникаций *на станциях* предполагает беспроводной доступ в сеть в коммерческих целях для пассажиров и в эксплуатационных целях для управления противопожарными системами, автоматическими дверями, видеонаблюдением. Взаимодействие «*Инфраструктура-инфраструктура*» заключается в двустороннем передаче данных между камерами или иными объектами системы IoT и трансиверами, установленными в вагонах, локомотивах, станциях, платформах, вдоль ЖД-путей.

Проанализируем возможную информацию, необходимую к получению и обработке при внедрении умных информационных систем управления грузоперевозками, и составим классификацию, представленную в таблице 5 ниже. Во-первых, для получения информации о грузе от клиента для совершения грузоперевозки необходимы данные о количестве, модели, размерах, ценности груза, информации об отправителе и получателе.

---

<sup>69</sup> Fraga-Lamas P. Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways / Fraga-Lamas P // MPDI: Sensors Open Access Journal. – 2017. – P. 16-30.

Во-вторых, для идентификации транспортного средства собираются данные о его марке, регистрационном номере. В-третьих, для отслеживания состояния инфраструктуры, её превентивного мониторинга на предмет неполадок, своевременного ремонта и устранения транспортных коллапсов, загруженности транспортного пути, ограничений видимости/скорости собирается информация о трафике и инфраструктуре. В-четвертых, для трекинга груза и транспортного средства собирается вся информация об изменении геолокации транспорта с грузом, начиная от хранения на складе и первичной погрузке, заканчивая основным временем в пути и доставкой до конечного пункта собирается информация о местонахождении транспорта и груза. В-пятых, для оценки физического состояния груза на предмет повреждений собирается информация о самом грузе, окружающей влажности, температуре, освещенности, давлении и сравнивается с нормативными показателями. В-шестых, для мониторинга склада собирается информация о грузах на складе, погрузочных и разгрузочных операциях.

**Таблица 5.** Типы информации, возникающей при управлении грузоперевозками

<b>Типы информации</b>	<b>Примеры входящих данных</b>
<b>1. Атрибуты груза</b>	Количество, модель, класс, размер, цена, ID-номер, информация об отправителе, информация о получателе
<b>2. Идентификация транспорта</b>	Тип и класс транспортного средства, регистрационный номер
<b>3. Трафик и инфраструктура</b>	Расположение дорог/путей, их состояние, наличие ремонтных работ, тип транспортных средств к использованию на данных дорогах, ограничения и препятствия, заторы, аварии, состояние мостов, путепроводов, тоннелей, погодные условия
<b>4. Местонахождение транспорта и груза</b>	Геолокация груза в транспорте о погрузке груза, движении груза по маршруту, прибытии груза, разгрузке, остановках в пути следования, сменах вида транспорта, нахождении на складе, терминалах и портах
<b>5. Состояние груза</b>	Физические атрибуты груза и окружающей среды в течение транспортировки и хранения: температура, давление, влажность, освещенность
<b>6. Операции на складе и его состояние</b>	Число позиций на складе, заказы клиентов, время загрузки и разгрузки для разных типов заказов, содержимое разных складов и типы грузов на каждом складе

### Функциональные направления внедрения Интернета вещей

Далее необходимо определить функциональные направления использования Интернета вещей в грузовых ЖД перевозках холдинга «РЖД». Согласно руководителю корпоративного подразделения компании Particle, разрабатывающей платформы для Интернета вещей, и по совместительству автору статьи о моделях для внедрения Интернета вещей, Д. Джэмисону,<sup>70</sup> традиционная модель вывода новых продуктов на рынок определяет цену продажи как себестоимость и некоторая маржа сверху. Однако в случае Интернета вещей это невозможно, т.к. продукты IoT не имеют фиксированной стоимости – затраты на них постоянно варьируются в зависимости от необходимой для их установки и дальнейшего использования инфраструктуры. Таким образом, необходима скользящая ценовая шкала для учёта дополнительных затрат. При этом затраты на внедрение IoT будут целесообразными, если клиент получит ожидаемый результат в виде значимой для его целей информации. Оценить ценность для потребителя можно, в зависимости от отрасли и ожидаемых результатов, опираясь на одно из перечисленных ниже функциональных направления:

1. «Нормативный контроль». Рационально применять в случае наличия большого количества стандартов, требований и нормативов, высоких издержек на их мониторинг и, как следствия, необходимости сводить эти издержки к минимуму. Например, в нефтегазовой отрасли нормативный контроль позволил минимизировать участие человека в снятии показателей на месте добычи за счёт использования различных датчиков, передающих данные о состоянии подконтрольных им показателей в режиме онлайн, от сведений о вредных выбросах для расчёта штрафа до коэффициентов нефтеотдачи.

2. «Превентивный контроль». В отличие от предыдущей модели, позволяет не только передавать информацию об уже случившемся событии, но и прогнозировать возможные аварии или снижения эффективности. Так, реальные показатели отдельных объектов в сети IoT сравниваются с установленными и, при возникновении отклонения система посылает сигнал на пульт управления и запускает встроенную диагностику.

3. «Дистанционная диагностика». Датчики используются преимущественно для сбора показателей приборов, оборудования и среды для составления прогнозов и корректировки работы оборудования, исходя из состояния среды. Например, в сельском хозяйстве датчики, установленные в почве, при недостаточном уровне увлажнённости включают автополив.

---

<sup>70</sup> Jamieson D. The top 5 most successful IoT business models [Электронный ресурс] / Jamieson D. // IT-ProPortal. — 2017. — Режим доступа: <https://www.itproportal.com/features/the-top-5-most-successful-iot-business-models/> (дата обращения: 11.02.2018).

4. «Контроль операций». Для снижения уровня потерь, повышения эффективности работы подконтрольных объектов, большей прозрачности, и избавления от воровства датчики устанавливаются по ходу «движения» всей цепочки операций, когда продукт проходит от одного звена к другому, в режиме онлайн отправляя информацию о характеристиках объекта наблюдения и их изменений.

5. «Автоматизация операций». Применяется для автоматизации часто повторяющихся операций, повышения эффективности работы, степени удовлетворенности клиентов. Например, Amazon Dash Button – устройство, позволяющее моментально размещать заказ через онлайн-сервис Amazon на покупку и доставку канцелярии в офис.

Холдингу «РЖД» необходимо использовать гибридные функциональные направления, включающие 1) «превентивный контроль», т.к. согласно интервью<sup>71</sup> подвижной состав и объекты инфраструктуры часто выходят из строя, что влечет за собой высокие издержки на поиск и устранение как самих неполадок, так и их последствий, включая простои оборудования и инфраструктуры, задержки выполнения заказов, отклонения от графиков; 2) «дистанционная диагностика», т.к. сегодня высокую долю издержек на ремонт составляет ручной мониторинг каждого объекта инфраструктуры; 3) «автоматизация операций», необходимая для функционирования сервиса грузовых ЖД перевозок и взаимодействия клиент-холдинг, позволяющая в т.ч. в режиме реального времени отслеживать все параметры груза.

#### Базовая модель обмена информацией при заказе клиентом грузоперевозок

Ещё одной необходимой к разработке базовой моделью данной ВКР является модель информационного обмена. Определив подходящие для холдинга «РЖД» функциональные направления внедрения Интернета вещей, технологии к приобретению холдингом, основные барьеры и стимулы, требования к компаниям для целесообразного внедрения Интернета вещей необходимо построить соответствующие данным функциональным направлениям модели. В рамках данной ВКР в Главе 3 будет построена модель одного из функциональных направлений – «автоматизация операций», демонстрирующая процесс взаимодействия клиента и холдинга при заказе грузовых железнодорожных перевозок с точки зрения информационных потоков. Теоретической основой для составления модели была выбрана статья А. Смирнова, А. Кошельника и Н.

---

<sup>71</sup> Экспертные интервью с заместителем начальника службы корпоративной информации Октябрьской ЖД – филиала ОАО «РЖД», Горбатов Андреем Викторовичем; специалистом IT-департамента и ответственным за управление бизнес-процессами в ОАО «РЖД» // Из личного архива автора (24.03.2018).

Шилова,<sup>72</sup> где представлена модель функционирования виртуального туристического транспортного узла с точки зрения обмена потоками информации между сервисами и клиентом. На основе этого принципа предполагается создать приложение по автоматическому подбору маршрута и достопримечательности для туриста, учитывающее профайл туриста (местонахождение, время, погоду, транспортную обстановку; наличие свободного времени, предпочитаемый тип досуга, виды транспорта). Информация о внешних факторах собирается из различных сервисов: сервисы информации о транспорте, планирования транспортировки, базы данных о местах к посещению, сервисе планирования посещения данных мест. Вся информация аккумулируется в сервисе планирования путешествия, где анализируется с целью предложения клиенту возможных вариантов. По мере прохождения клиентом маршрута приложение отправляет обновления и корректировки, исходя из вновь поступившей информации. Взаимодействие клиент-сервис происходит через приложение на телефоне или веб-сайт на компьютере или планшете.

#### **2.2.5. Разработка ССП (этап 5)**

Для получения одобрения заинтересованных сторон, включая одобрение бюджета проекта, необходимо предоставить способы оценки эффективности проекта, определить его ценность для бизнеса. Однако в случае с Интернетом вещей адекватная оценка эффекта внедрения технологии возможна постфактум, например, после частичного внедрения технологии (пилотного проекта). Сбалансированная система показателей позволит дать всестороннюю оценку эффекта внедрения Интернета вещей с учётом четырёх перспектив: финансовой, клиентской, внутренних бизнес-процессов, инноваций и обучения. При этом будет чёткая причинно-следственная связь между стратегиями, KPI и конкретными действиями к достижению целевых показателей.

В статье И. Н. Баранова «Оценка деятельности организаций: подход Р. Каплана и Д. Нортон»<sup>73</sup> описывается подход к оценке деятельности компании в постоянно изменяющейся бизнес-среде с использованием сбалансированной системы показателей (далее – ССП). Так как многолетний опыт компаний показал, что недостаточно оценивать результаты деятельности организации только исходя из её финансовых показателей, а стратегия компании состоит из определения рынка, выбора клиента, идентификации ключевых бизнес-процессов для удовлетворения потребностей клиентов; выявление индивидуальных и организационных компетенций для достижения целей в

<sup>72</sup> Smirnov A., et al. Infomobility for Personal Trip Management / A. Smirnov // Intelligent information technologies, mathematical modeling, system analysis and automation. — 2015. — P. 430-434.

<sup>73</sup> Баранов И. Оценка деятельности организаций: подход Р. Каплана и Д. Нортон / И. Баранов // Российский журнал менеджмента. — 2004. — №3. — С. 63-69.

соответствующих областях; Каплан и Нортон предложили оценивать деятельность по четырём направлениям: 1) финансовому, 2) клиентскому, 3) внутренних бизнес-процессов и 4) инновации и обучения.

Баланс в системе достигается, во-первых, учётом краткосрочных и долгосрочных целей и показателей. Во-вторых, учётом внешних оценок деятельности организации (финансовый и клиентский уровень) и внутренних (уровень бизнес-процессов и инноваций и обучения). В-третьих, индикаторы желаемых результатов и факторов должны учитываться вместе с индикаторами уже свершившихся событий. В-четвёртых, в ССП представлены объективные (например, финансовые) и субъективные оценки.

Критически важным в ССП являются причинно-следственные связи: для достижения финансовых целей необходимо достичь результатов в работе с клиентами, что требует совершенствования бизнес-процессов, для которых нужны инновации и развитие компании. Так, к четвёртой части ССП (инновации и обучение) относятся: человеческий капитал (опыт, навыки, обучение), информационный капитал (сети, базы данных, системы) и организационный капитал (командная работа, лидерство, орг. культура). Более того, за счёт определения стратегических целей, индикаторов их измерения, желаемых значений и методов для достижения данных целей, происходит своего рода «выравнивание» видения компании, её миссии, стратегии с реальной операционной деятельностью. Рекомендуемым числом показателей является 15-20, большее количество вызовет распыление внимания и действий и снизит результат.

Преимуществами ССП являются воплощение стратегии в реальные мероприятия по её достижению, формализация стратегии по четырём направлениям ССП, эффект синергии за счёт участия в достижении общей цели всех четырёх направлений, непрерывное стратегическое управление в режиме реального времени через мониторинг индикаторов операционной деятельности каждого из стратегических направлений, учёт финансовых и нефинансовых показателей, управление отклонениями.<sup>74</sup>

Недостатками ССП являются резкий рост расходов в краткосрочной и среднесрочной перспективах на внедрение ССП, необходимость понимания и принятия системы всеми сотрудниками компании, невозможность использования одной системы для разных компаний даже внутри одной отрасли, учёт далеко не всех стейкхолдеров, невозможность проследить чёткую причинно-следственную связь между конкретными действиями и совокупным эффектом, слабый учёт долгосрочных рисков (поэтому

---

<sup>74</sup> Stefanovska L. Benefits of Using Balanced Scorecard in Strategic and Operational Planning [Электронный ресурс] / L. Stefanovska // Universal Journal of Management. — 2014. — Режим доступа: [www.hrpub.org/download/20140405/UJM4-12102213.pdf](http://www.hrpub.org/download/20140405/UJM4-12102213.pdf) (дата обращения: 25.03.2018).

показатели необходимо задавать с допуском), сложность выбора из сотен показателей тех самых главных к включению в ССП.<sup>75</sup>

В рамках ВКР не ставится задача разработки полноценной ССП ввиду необходимости вовлечения в процесс обсуждения стратегических целей компании представителей менеджмента всех четырёх направлений ССП – финансового, клиентского, внутренних бизнес-процессов и инноваций и обучения, с длительным процессом согласования целей, исключения лишних и/или несоответствующих общей стратегии компании, разработкой ключевых индикаторов достижения целей и мер по их достижению. Ввиду ограниченности временных ресурсов, отсутствия полноценной команды для разработки ССП и отсутствия доступа к не разглашаемой компанией информации, далее будет предложен переходный вариант перед внедрением полномасштабной ССП. Для составления упрощённой ССП были изучены академические статьи и кейсы внедрения ССП в железнодорожных компаниях. Статья Guilherme F. «Measuring Performance in Rail Freight Transportation Companies»,<sup>76</sup> в которой на примере грузовых железнодорожных перевозок Бразилии определяются наиболее подходящие индикаторы для измерения эффективности деятельности железнодорожных компаний. Далее была проанализирована статья A. Tubis и S. Wojciechowska «Balanced Scorecard use in Passenger Transport Companies Performing at Polish Market», анализирующая теоретические аспекты разработки и внедрения ССП для польской отрасли ЖД пассажирских перевозок. В статье проводится обзор литературы по данной тематике, анализируются случаи внедрения ССП в ЖД перевозках, проводится адаптация ССП под польские пассажирские ЖД перевозки.<sup>77</sup> Также для составления ССП было проведено интервью с представителями холдинга «РЖД»<sup>78</sup>.

### Индикаторы - KPI

Рассмотрим далее существующие индикаторы эффективности выполнения стратегических целей, используемые в железнодорожной отрасли, разделив их на 4 группы, соответствующие направлениям ССП. Затем из получившегося списка выберем

---

<sup>75</sup> Хомич В. Система сбалансированных показателей: преимущества и недостатки [Электронный ресурс] / В. Хомич. — 2006. — Режим доступа: [sun.tsu.ru/mminfo/000063105/300\(II\)/image/300\\_2\\_080\\_081.pdf](http://sun.tsu.ru/mminfo/000063105/300(II)/image/300_2_080_081.pdf) (дата обращения: 25.03.2018).

<sup>76</sup> Guilherme F. Measuring Performance in Rail Freight Transportation Companies [Электронный ресурс] / F. Guilherme // International Business Research. — 2017. — Vol. 10, No. 11. — Режим доступа: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/viewFile/70427/38814> (дата обращения: 04.05.2018).

<sup>77</sup> Tubis A. Balanced Scorecard use in Passenger Transport Companies Performing at Polish Market [Электронный ресурс] / A. Tubis, S. Wojciechowska // Procedia Engineering. — 2017. — Vol. 187. — Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817319422> (дата обращения: 03.02.2018).

<sup>78</sup> Экспертные интервью с заместителем начальника службы корпоративной информации Октябрьской ЖД – филиала ОАО «РЖД», Горбатов Андреем Викторовичем; специалистом IT-департамента и ответственным за управление бизнес-процессами в ОАО «РЖД» // Из личного архива автора (24.03.2018).

подходящие к выбранным нами стратегиям, целям и действиям индикаторы.<sup>79 80 81 82 83 84</sup>

Несмотря на то, что все нижеперечисленные индикаторы относятся к грузовым ЖД-перевозкам и используются ЖД-компаниями, из анализа источников можно сделать следующий вывод: наиболее специфическими индикаторами, отражающими особенности функционирования ЖД-отрасли, являются индикаторы внутренних бизнес-процессов. В таблице 6 подходящие нижеперечисленные индикаторы поставлены в соответствие стратегиям.

### **Финансовые индикаторы**

1. EBITDA [руб.] – прибыль до вычета процентов, налогов и амортизации.
2. Рентабельность по EBITDA [%] = EBITDA / Выручка
3. ROI [%] – рентабельность инвестиций = Прибыль / Инвестиции
4. Полная себестоимость [руб.] = Производственная себестоимость + Себестоимость реализации
5. Удельная себестоимость [руб./ед.] = Полная себестоимость / единицу фактора
6. ROS [%] – рентабельность продаж = Прибыль / Выручка
7. Затраты на обслуживание инфраструктуры и оборудования, [руб.]

### **Индикаторы потребительского рынка**

1. CSI [%] – индекс удовлетворенности клиентов
2. CRR [%] – коэффициент удержания клиентов = (Клиенты на конец периода – Новые клиенты за период) / Клиентов на начало периода
3. Коэффициент оттока клиентов [%] = Клиентов ушло / Конечное число клиентов

---

<sup>79</sup> Frederico G. Measuring Performance in Rail Freight Transportation Companies [Электронный ресурс] / G. Frederico // International Business Research. — 2017. — Vol. 10, No. 11. — Режим доступа: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/viewFile/70427/38814> (дата обращения: 04.05.2018).

<sup>80</sup> Основные показатели эксплуатационной работы железных дорог [Электронный ресурс] // Учебно-образовательный портал «Все лекции». — Режим доступа: <http://vse-lekcii.ru/zheleznodorozhnyj-transport/uer/pokazateli-ekspluatacionnoj-raboty> (дата обращения: 25.04.2018).

<sup>81</sup> Сорокина А. Как повысить результативность оценки деятельности железных дорог ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] / А. Сорокина, О. Трофимова // Транспортное дело России — 2017. — Vol.1. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kak-povysit-rezultativnost-otsenki-deyatelnosti-zheleznih-dorog-oao-rzhd> (дата обращения: 25.04.2018).

<sup>82</sup> Трофимова О. Оценка реализации стратегии транспортной компании на основе ключевых показателей эффективности (КПЭ) [Электронный ресурс] / О. Трофимова // Транспортное дело России. — 2017. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/otsenka-realizatsii-strategii-transportnoy-kompanii-na-osnove-klyuchevyh-pokazateley-effektivnosti-kpe> (дата обращения: 25.04.2018).

<sup>83</sup> Stenström C. Performance Indicators of Railway Infrastructure [Электронный ресурс] / C. Stenström, A. Parida, D. Galar // International Journal of Rail way Technology. — 2017. — Режим доступа: [http://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer\\_002101\\_002200/Publikation\\_002159/Performance\\_indicators\\_of\\_railway\\_infrastructure.pdf](http://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer_002101_002200/Publikation_002159/Performance_indicators_of_railway_infrastructure.pdf) (дата обращения: 27.04.2018).

<sup>84</sup> Guilherme F. The Application of the Balanced Scorecard in the Operators of Freight Railroad Transportation [Электронный ресурс] / F. Guilherme // International Business Research. — 2008. — №8 (246). — Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.558.1687&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 04.05.2018).



4. Рыночная доля в данном сегменте бизнеса [%] = Выручка компании / Выручка всего сегмента
5. Количество полученных претензий [претензий]
6. Доля продаж постоянным клиентам [%] = Выручка от постоянных клиентов / Суммарная выручка
7. Коэффициент выполнения заказа в срок [%] = Заказы в срок / Общее число заказов
8. Среднее время, затрачиваемое на оформление одного заказа [мин.]

#### **Индикаторы внутренних бизнес-процессов**

1. Производительность 1 локомотива [тонно-км/сут.] = Вес поезда \* Пройденное локомотивом расстояние
2. Производительность 1 вагона [тонно-км/сут.] = Среднесуточный пробег вагона \* Динамическая нагрузка на вагон
3. Производительность ЖД-путей [тонно-км/сут.] = Вес перевезённого груза / Длину ЖД-путей
4. Себестоимость перевозок [руб.]
5. Коэффициент использования терминалов [%] = Используемые полезные площади / Доступные площади
6. Доступность функционирующих локомотивов [%] = Доступные рабочие локомотивы / Локомотивов всего
7. Доступность функционирующих вагонов [%] = Доступные рабочие вагоны / Вагонов всего
8. Доступность ЖД-инфраструктуры [%] = Доступные рабочие элементы инфраструктуры / Элементов инфраструктуры всего
9. Доступность терминалов [%] = Время функционирования терминала без поломок / Общее время
10. Коэффициент выполнения проектных дедлайнов [%] = Выполненные вовремя проекты / Всего проектов к выполнению
11. Надёжность локомотивов = Пройденное расстояние км / Число поломок
12. Эффективность погрузки [%] = Вагонов загружено / План по загрузке вагонов
13. Эффективность разгрузки [%] = Вагонов разгружено / План по разгрузке вагонов
14. Время нахождения вагонов в терминале [мин.]
15. Время ожидания ТС в очереди на перевалку [мин.]
16. Эффективность доставки внутренним клиентам [%] = Доставок без жалоб и нарушений / Всего доставок

17. Точность выполнения плана производства [%] = Выполнено по факту / Запланировано к выполнению
18. Коэффициент аварийных ситуаций [%] = Число аварий при данном процессе / Общее число повторений процесса
19. Энергоэффективность [Дж/тонн-км] = Объем потреблённого вида энергии / тонн-км груза
20. Среднее время, затрачиваемое на мониторинг неисправностей [мин.]
21. Среднее время, затрачиваемое на устранение неисправностей [мин.]
22. Общая производительность данного типа оборудования [%] = Производительность \* Доступность \* Надёжность

### **Индикаторы развития и инноваций**

1. Эффективность обучения персонала [%] = Число ошибок в работе с новым оборудованием и технологиями / Всего случаев работы с новым оборудованием и технологиями
2. Уровень удовлетворенности сотрудников [%] = Общее кол-во баллов / Общее кол-во вопросов
3. Текучесть кадров [%] = Уволенные сотрудники / Среднесписочная численность персонала
4. Коэффициент абсентеизма [%] = фактически отработанное время / общее рабочее время по плану
5. Обученность персонала работе в формате IoT [%] = Сотрудники, аттестованные к работе с новым оборудованием и технологиями / Всего сотрудники к обучению и аттестации к работе с новым оборудованием и технологиями

### **Определение стратегических целей, достижению которых способствует внедрение IoT**

Так как в рамках данной ВКР освещается внедрение IoT, необходимо адаптировать традиционную ССП в ориентированную на изменение стратегических целей и бизнес-процессов в виду внедрения IoT. Общее стратегическое развитие холдинга «РЖД» исходит из задач, поставленных Правительством РФ в прогнозе социально-экономического развития до 2030 года, на достижение части из которых существенное влияние окажет внедрение технологии Интернета вещей:<sup>85</sup> формирование единого транспортного пространства России; интеграция в мировое транспортное пространство, реализация транзитного потенциала страны; обеспечение доступности и качества грузовых транспортно-логистических услуг; повышение уровня безопасности

---

<sup>85</sup> Обзор компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=62](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=62) (дата обращения: 25.01.2018).

транспортной системы; снижение негативного воздействия транспортной системы на окружающую среду. Исходя из доклада ОАО «РЖД»,<sup>86</sup> холдинг «РЖД» имеет 5 приоритетных направлений, показатели по которым необходимо улучшить ввиду их неудовлетворительных значений или низкого качества выполнения соответствующих им бизнес-процессов и операций. К ним относятся: контроль дислокации и состояния подвижного состава, контроль инфраструктуры, контроль транспортируемых грузов, контроль производственных операций и контроль потребления электроэнергии, тепла и воды.

В таблице 6 представлены стратегические направления, соответствующие КРІ и действия для их достижения. Значения соответствующих стратегическим целям КРІ в рамках данной ВКР не устанавливаются. Данная тема требует отдельных детальных исследований финансовых и нефинансовых показателей холдинга «РЖД».

---

<sup>86</sup> Суконников Г.В. Применение технологии «Интернет вещей» в ОАО «РЖД» / Г.В. Суконников // Доклады с заседания по вопросам внедрения «Интернета вещей». – 2017. – С. 3.

**Таблица 6.** Упрощённая ССП

Направление и стратегии	KPI	Действия
<b>Финансы</b>		
1. Увеличить рентабельность услуг грузоперевозок	$ROS = \text{Чистая прибыль} / \text{Выручка} * 100\%, [\%]$	Как результат увеличения чистой прибыли за счёт снижения полной себестоимости и роста выручки за счёт расширения клиентской базы
2. Увеличить чистую прибыль	Чистая прибыль, [руб.]	Как результат снижения полной себестоимости и роста выручки за счёт расширения клиентской базы
3. Снизить полную себестоимость услуг грузоперевозок	Полная себестоимость = Производственная себестоимость + Себестоимость реализации, [руб.]	Как результат оптимизации затрат на мониторинг и устранение неисправностей, временных затрат на осуществление операций
4. Снизить затраты на мониторинг и устранение неисправностей	Затраты на обслуживание инфраструктуры и оборудования, [руб.]	Использовать IoT-технологии для превентивного мониторинга и дистанционной диагностики оборудования, инфраструктуры и подвижного состава. Автоматизировать основные бизнес-процессы через управляющую платформу, использующую облачные технологии, машинное обучение,

		искусственный интеллект
<b>Клиенты</b>		
5. Расширить и усилить клиентскую базу	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>CRR = \frac{\text{Клиенты на конец периода} - \text{Новые клиенты за период}}{\text{Клиентов на начало периода}} * 100\%, [\%]</math></li> <li>• <math>\text{Коэффициент оттока клиентов} = \frac{\text{Клиентов ушло}}{\text{Конечное число клиентов}} * 100\%, [\%]</math></li> <li>• <math>\text{Доля продаж постоянным клиентам} = \frac{\text{Выручка от постоянных клиентов}}{\text{Суммарная выручка}} * 100\%, [\%]</math></li> </ul>	Автоматизировать процесс заключения договора на грузоперевозки и обеспечить полную информационную поддержку клиента в режиме онлайн через внедрение IoT
6. Снизить степень неудовлетворённости клиентов грузоперевозками	Количество полученных претензий, [штук претензий]	За счёт внедрения IoT обеспечить оказание услуг грузоперевозок в срок и без потерь.
7. Улучшить своевременность и оперативность выполнения заказа	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{Коэффициент выполнения заказа в срок} = \frac{\text{Заказы в срок}}{\text{Общее число заказов}} * 100\%, [\%]</math></li> <li>• Среднее время, затрачиваемое на оформление одного заказа, [мин.]</li> </ul>	Достигается через осуществление действий по двум нижеперечисленным направлениям – внутренние бизнес-процессы, инновации и обучение – путём внедрения IoT.
<b>Внутренние бизнес-процессы</b>		
8. Увеличить производительность,	Общая производительность данного типа оборудования или инфраструктуры =	Использовать IoT-технологии для превентивного мониторинга и

надёжность и доступность оборудования и инфраструктуры	<p>Производительность * Доступность * Надёжность, [%]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Производительность = Идеальное время цикла * Общий результат оборудования или инфраструктуры за цикл / Общее рабочее время * 100%</li> <li>• Доступность = Реальное время доступности рабочего оборудования или инфраструктуры / Планируемое время доступности рабочего оборудования или инфраструктуры * 100%, [%]</li> <li>• Надёжность = Случаи работы без поломок / Всего случаев работы оборудования * 100%, [%]</li> </ul>	<p>дистанционной диагностики оборудования, инфраструктуры и подвижного состава.</p> <p>Автоматизировать основные бизнес-процессы через управляющую платформу, использующую облачные технологии, машинное обучение, искусственный интеллект</p>
9. Снизить временные затраты на осуществление услуг ЖД грузоперевозок и сопутствующий мониторинг оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Время нахождения вагонов в терминале, [мин.]</li> <li>• Время ожидания ТС в очереди на перевалку, [мин.]</li> <li>• Среднее время, затрачиваемое на мониторинг неисправностей, [мин.]</li> <li>• Среднее время, затрачиваемое на устранение неисправностей, [мин.]</li> </ul>	<p>Обучить персонал работе с IoT технологиями.</p> <p>Автоматизировать основные бизнес-процессы через управляющую платформу, использующую облачные технологии, машинное обучение, искусственный интеллект</p>
10. Повысить уровень	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Время работы без ЧС оборудования или</li> </ul>	<p>Использовать IoT-технологии для</p>

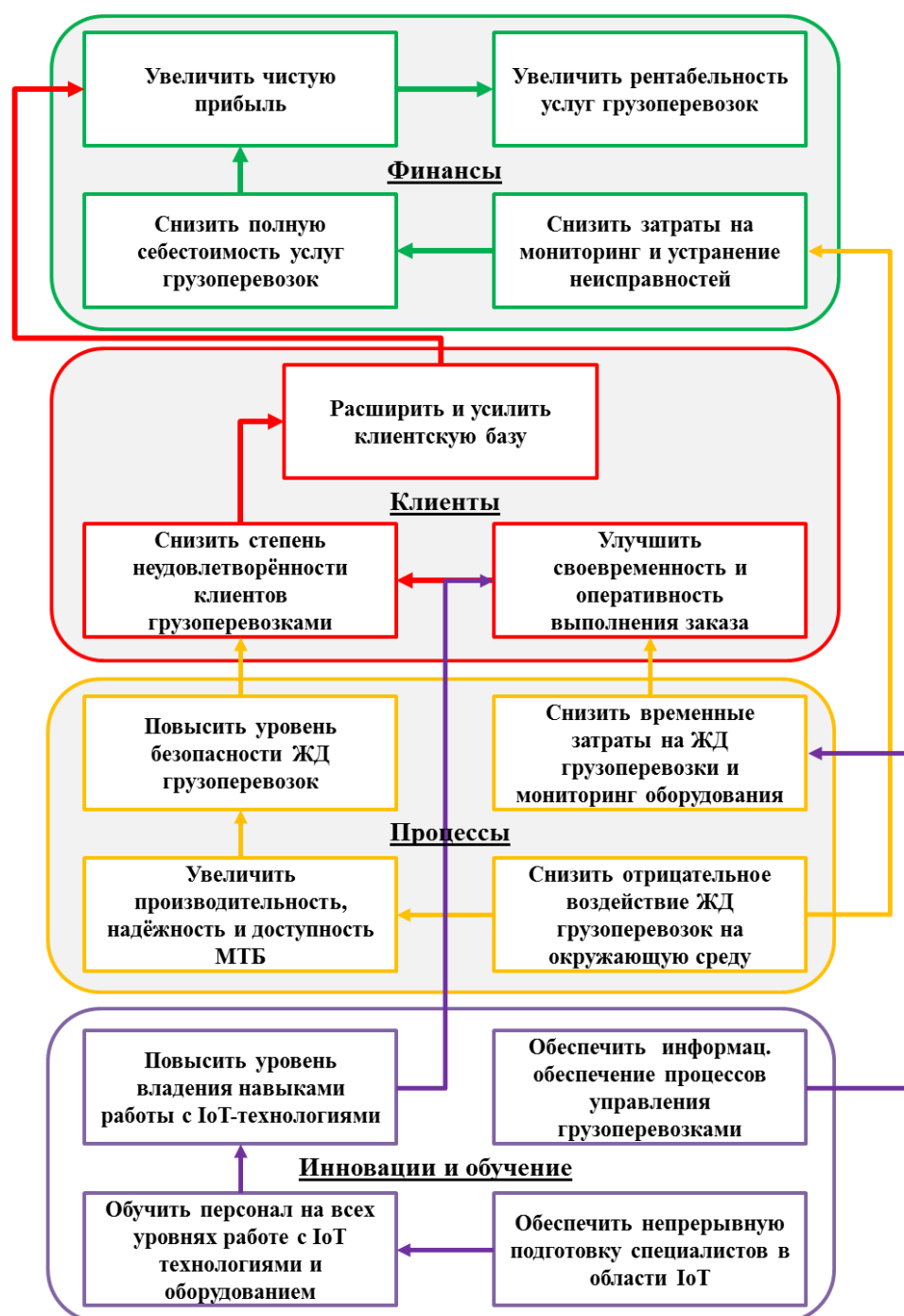
безопасности грузоперевозок	ЖД	инфраструктуры / Всего время работы оборудования или инфраструктуры, [%]  • Количество аварий оборудования или объектов инфраструктуры, [случаи]	превентивного мониторинга и дистанционной диагностики оборудования, инфраструктуры и подвижного состава
11. Снизить отрицательное воздействие грузоперевозок на окружающую среду	ЖД	Энергоэффективность = Объем потреблённого вида энергии / тонн-км груза, [Дж./тонн-км]	Использовать IoT-технологии для превентивного мониторинга и дистанционной диагностики потребляемой энергии
<b>Инновации и обучение</b>			
12. Обучить персонал на всех уровнях, от операционного до управленческого, работе с IoT технологиями и оборудованием		Обученность персонала работе в формате IoT = Сотрудники, аттестованные к работе с новым оборудованием и технологиями / Всего сотрудники к обучению и аттестации к работе с новым оборудованием и технологиями, [%]	Создать IoT школу на базе корпоративного университета «РЖД» для «выращивания» собственных кадров и текущего обучения персонала конкретно в сфере IoT
13. Повысить уровень владения навыками в работе с новым IoT-оборудованием и технологиями		Эффективность обучения персонала = Количество ошибок в работе с новым оборудованием и технологиями / Всего случаев работы с новым оборудованием и технологиями, [%]	На базе IoT школы проводить семинарские занятия и лекции с последующей аттестацией сотрудников
14. Обеспечить эффективное информационное		Эффективность информации = Объективность * Достоверность * Полнота * Своевременность * Ясность * Ценность, [%]	Внедрить IoT, от уровня датчиков до приложений, для поддержки процессов управления и основных бизнес-

<p>обеспечение процессов управления при заказе и осуществлении грузоперевозок</p>	<p>Данные 6 компонентов эффективности информации рассчитываются, исходя из опросов пользователей информации – сотрудников, клиентов, поставщиков – по одной из шкал количественной оценки качественных показателей. Например, по шкале Лайкерта от 1 до 5, где 1 – полностью не согласен и 5 – полностью согласен.</p> <p>Объективность – независимость от стороннего мнения и методов получения, отсутствие личностной оценки.</p> <p>Достоверность – отсутствие искажения фактических данных.</p> <p>Полнота – минимальный достаточный объем данных для принятия эффективного решения.</p> <p>Своевременность – соответствие данных моменту времени, позволяющему принять эффективное решение.</p> <p>Ясность – понятная пользователю данных форма их представления.</p> <p>Ценность – полезность информации для пользователя, выражающаяся в способности снижать состояния неопределенности при</p>	<p>процессов при оказании услуг ЖД грузоперевозок</p>
---	--	---



	принятии эффективного решения.	
15. Обеспечить непрерывную подготовку квалифицированных специалистов в области IoT	Коэффициент подготовки собственных кадров = Количество специалистов IoT внутреннего рекрутмента / Количество специалистов IoT всего, [чел.]	Создать IoT школу на базе «РЖД» для «выращивания» собственных кадров и текущего обучения персонала

На рисунке 3 представлена карта стратегий, отражающая ключевые причинно-следственные связи между стратегиями разных уровней.



**Рис. 3.** Карта стратегий

*В направлении «Финансы» ССП были выделены следующие цели.*

1. Увеличить чистую прибыль. На сегодняшний день холдинг «РЖД» имеет нестабильное финансовое положение. Так, в 2014 г., несмотря на субсидии в 112,2 млрд. руб. холдинг «РЖД» показал убыток в 99,3 млрд. руб.,<sup>87</sup> а в 2015 г. размер

<sup>87</sup> Показатели основной деятельности [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=31](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=31) (дата обращения: 23.01.2018).

чистой прибыли оказался меньше субсидий, при этом операционные расходы выросли, хотя суммарный объем погрузки снизился.

2. Увеличить рентабельность услуг грузоперевозок. Убытки по итогам финансового года или едва покрывающие субсидии прибыли снижают рентабельность ЖД грузоперевозок компании.
3. Снизить полную себестоимость услуг грузоперевозок. Для снижения разницы между выручкой и прибылью, и, как следствие, увеличение рентабельности ЖД грузоперевозок и обеспечение устойчивого финансового положения холдинга, необходимо снизить расходы, увеличивающие полную себестоимость услуг: как прямые затраты трудовых, материальных и финансовых ресурсов для оказания единицы услуги, так и коммерческие и управленческие расходы.
4. Снизить затраты на мониторинг и устранение неисправностей. Согласно интервью с представителями холдинга «РЖД»,<sup>88</sup> обнаружение неисправностей ЖД-путей и иных объектов инфраструктуры, отдельных элементов подвижного состава (например, колёсных пар) по-прежнему является одной из самых крупных статей затрат ввиду слабой автоматизации данных процессов и их выполнения вручную. Оснащение датчиками, подключенными к управляющей платформе, позволит осуществлять превентивный контроль и дистанционную диагностику.

*В направлении «Клиенты» ССП были выделены следующие цели.*

5. Расширить и усилить клиентскую базу. Согласно стратегической политике холдинга «РЖД»,<sup>89</sup> отрасль ЖД грузоперевозок должна развиваться в сторону расширения рынков сбыта с целью дальнейшей интеграции в международное пространство и развития транзитного потенциала страны. Прирост клиентской базы позволит, во-первых, привлечь дополнительное финансирование для повышения качества и безопасности ЖД грузоперевозок, во-вторых, обеспечить экономию от масштаба и снижение издержек на единицу услуги и, как следствие, повысить конкурентоспособность как на отечественном, так и на международном рынках с т.з. развития транзитного потенциала.

---

<sup>88</sup> Экспертные интервью с заместителем начальника службы корпоративной информации Октябрьской ЖД – филиала ОАО «РЖД», Горбатов Андреем Викторовичем; специалистом IT-департамента и ответственным за управление бизнес-процессами в ОАО «РЖД» // Из личного архива автора (24.03.2018).

<sup>89</sup> Обзор компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=62](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=62) (дата обращения: 25.01.2018).

6. Снизить степень неудовлетворённости клиентов грузоперевозками. Периодически обнаруживаются проблемы<sup>90</sup> в разных филиалах железных дорог холдинга «РЖД», связанные с неэффективной операционной деятельностью: сначала дефицит вагонов сдвигает сроки погрузки грузов, затем их чрезмерный профицит ведёт к нехватке локомотивов, простоя вагонов на путях и ещё большему отклонению от сроков. Данные факторы снижают качество, и как следствие, степень удовлетворённости клиентов, которые зачастую выбирают автомобильный транспорт в виду высокой своевременности подачи.<sup>91</sup>
7. Улучшить своевременность и оперативность выполнения заказа. Как было сказано выше, автомобильный транспорт всё чаще отнимает доли рынка у ЖД грузоперевозок ввиду оперативности погрузки и прогнозируемости срока доставки. Для снижения степени удовлетворённости клиентов, а так же усиления и расширения клиентской базы необходимо повысить качество перевозок.

*В направлении «Внутренние бизнес-процессы» ССП были выделены:*

8. Повысить уровень безопасности ЖД грузоперевозок. Необходимо снизить количество аварий и поломок инфраструктуры, оборудования и подвижного состава, вызванных износом материально-технической базы и недостаточно эффективной системой мониторинга неисправностей.
9. Увеличить производительность, надёжность и доступность оборудования и инфраструктуры. Для обеспечения достижения целей финансового и клиентского направлений, обеспечив финансовую устойчивость холдинга в долгосрочной перспективе и повысив степень удовлетворённости клиентов, необходимо обеспечить операционную эффективность.
10. Снизить временные затраты на осуществление услуг ЖД грузоперевозок и сопутствующий мониторинг оборудования. Согласно интервью,<sup>92</sup> наибольшее время занимает бюрократическая часть процесса согласования условий оказания услуги грузоперевозок. Это вызвано необходимостью состыковки тарифов, расписаний и иных факторов всех компаний холдинга «РЖД», вовлеченных в данную услугу, и

---

<sup>90</sup> Лесной коллапс: вагоны в избытке, теперь проблема в погрузке [Электронный ресурс] // ГородКиров.ру. – Режим доступа: <https://gorodkirov.ru/content/article/lesnoj-kollaps-vagonyi-v-izbyitke-teper-problema-v-pogruzke-20110504-1111/> (дата обращения: 05.05.2018).

<sup>91</sup> Железная дорога и автоперевозчики конкурируют за грузы [Электронный ресурс] // Ведомости. – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2014/12/02/rzhd-teryat-klientov> (дата обращения: 05.05.2018).

<sup>92</sup> Экспертные интервью с заместителем начальника службы корпоративной информации Октябрьской ЖД – филиала ОАО «РЖД», Горбатов Андреем Викторовичем; специалистом ИТ-департамента и ответственным за управление бизнес-процессами в ОАО «РЖД» // Из личного архива автора (24.03.2018).

получению обратной связи от клиента, что при внедрении IoT будет выполнять управляющая платформа.

11. Снизить отрицательное воздействие ЖД грузоперевозок на окружающую среду. Данная стратегия является частью прогноза социально-экономического развития до 2030 г., включающим контроль потребления электроэнергии, тепла и воды.<sup>93</sup> Во-первых, устойчивые практики позволяют компаниям снижать затраты; во-вторых, создавать положительный имидж на международной арене.

*В направлении «Инновации» ССП были выделены:*

12. Обучить персонал на всех уровнях, от операционного до управленческого, работе с IoT технологиями и оборудованием. Сначала необходимо переобучить существующий персонал как самой работе с новым ПО и оборудованием, так и донести собственно цель внедрения технологии IoT и её влияние на работу всего холдинга в целом, отдельных его компаний и подразделений и на функции отдельных сотрудников.
13. Повысить уровень владения навыками в работе с новым IoT-оборудованием и технологиями. Это необходимо делать как до, так и во время и после внедрения IoT для снижения количества ошибок при работе в новом формате IoT технологий.
14. Обеспечить непрерывную подготовку квалифицированных специалистов в области IoT. Исходя из SWOT-анализа и интервью, сегодня в России наблюдается острая нехватка квалифицированных IoT специалистов. Безусловно, сначала придётся привлекать специалистов сторонних компаний, но в дальнейшем холдингу рекомендуется «выращивать» собственных специалистов IoT, создавая или инвестируя в специализирующиеся на IoT проектные школы или переобучая собственных IT-специалистов.
15. Обеспечить эффективное информационное обеспечение процессов управления при заказе и осуществлении грузоперевозок. Внедрение IoT должно обеспечить всех пользователей системы IoT своевременной, полной и достоверной информацией за счёт использования управляющей платформы, оснащённой ПО на базе машинного обучения, анализа больших данных, облачных и туманных вычислений.

#### **2.2.6. Определение конечной конфигурации системы IoT и планирование ресурсов (этап 6)**

Во-первых, необходимо определить тип приборов и датчиков, исходя из классификации информации, которая будет собираться оными для дальнейшей передачи,

---

<sup>93</sup> Обзор компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=62](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=62) (дата обращения: 25.01.2018).

обработки и анализа. Критерии выбора датчиков согласно компании Intel: 1) чувствительность – минимальное значение входящей величины, приводящее к изменению выходящей величины; 2) погрешность выходящего сигнала – определяется для нормальных условий работы, а при изменении параметров окружающей среды погрешность увеличивается; 3) диапазон измерения – наибольшие и наименьшие значения величин к определению датчиком; 4) Автономность питания – способность самостоятельно, без подключения к сети, поддерживать заряд.<sup>94</sup> Необходимо также определить стандарты для RFID-меток и считывателей. В исследовании<sup>95</sup> определены RFID-метки типа пассивные, т.к. они позволяют считывать RFID-ридерами данные с движущегося поезда на скорости 200 км/ч, и, в отличие от активных и полуактивных меток, подходят для мониторинга и обслуживания, т.к. не требуют энергозатратных батарей. Во-вторых, расстояние от считывателя до объекта, исходя из параметров скорости подвижного состава, составляющее порядка 3 м в случае движения поездов скоростью до 200 км/ч. В-третьих, расположение меток на подвижном составе: по одной с каждой из сторон, т.к. возможно движение поездов в обе стороны. В-четвёртых, необходимо разработать единый стандарт расположения меток на подвижном составе для считывания данных с любых проходящих вагонов (так, европейский стандарт высоты расположения центра метки от рельса – от 500 мм до 1100 мм). В-пятых, структура RFID-метки должна включать уникальный префикс компании и уникальный номер RFID-метки для идентификации.

При осуществлении холдингом «РЖД» грузовых перевозок информацию можно классифицировать следующим образом: трафик и инфраструктура, местонахождение транспорта и груза, состояние груза, операции на складе и его состояние, атрибуты груза, идентификация транспорта.

*Трафик и инфраструктура.* Данные о расположении дорог/путей; наличие ремонтных работ, заторов, аварий, ограничений и препятствий; состояние инфраструктуры: ЖД-путей, мостов, путепроводов, станций, тоннелей; погодные условия. Для получения информации необходимы: глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС/GPS,<sup>96</sup> отображающая объекты, оснащенные датчиками, в движении на карте, тем самым показывая и статические объекты (элементы инфраструктуры), и динамические (подвижной состав), позволяющая, в т.ч. определить заторы на ЖД путях. Камеры

<sup>94</sup> Датчики [Электронный ресурс] // IoT.ru Новости Интернета вещей. – Режим доступа: <https://iot.ru/wiki/datchiki> (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>95</sup> Berg M., Nordlindh M. Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector / M. Berg, M. Nordlindh // Department of Informatics and Media Uppsala University Sweden. – 2012. – P. 37-45.

<sup>96</sup> Спутниковый мониторинг транспорта (ГЛОНАСС/GPS) [Электронный ресурс] // GPShome. – Режим доступа: <http://www.gpshome.ru/> (дата обращения: 13.05.2018).

видеонаблюдения также являются приборами, определяющими наличие заторов, выявляющие видимые неисправности и сигнализирующие о погодных условиях. Для определения состояния ЖД путей, их обледенения, контроля нагрева, определения типа осадков, силы ветра используются: датчики контактного рельса; датчики температуры воздуха и относительной влажности; датчики скорости, направления и порывов ветра; осадкомеры, датчики температуры рельса, детекторы текущей погоды (PWD).<sup>97</sup>

*Местонахождение транспорта и груза.* Геолокация груза: в транспорте, при погрузке, движении по маршруту, прибытии, разгрузке, остановках в пути следования, сменах вида транспорта, нахождении на складе, терминалах и портах. Используются: RFID-метки и сканеры, системы навигации GPS/ГЛОНАСС.

*Состояние груза.* Физические атрибуты груза и окружающей среды в течение транспортировки и хранения. *Операции на складе и его состояние.* Число позиций на складе, заказы клиентов, время загрузки и разгрузки для разных типов заказов, содержимое разных складов и типы грузов на каждом складе. Используются датчики температуры, давления, влажности, освещенности; RFID-метки и сканеры, камеры видеонаблюдения.

*Атрибуты груза.* Количество, модель, класс, размер, цена, ID-номер, информация об отправителе, информация о получателе. *Идентификация транспорта.* Тип и класс транспортного средства, регистрационный номер. В большинстве случаев используются RFID-метки и сканеры.

Далее необходимо разработать сетевую инфраструктуру, совместимую с существующими ИТ-системами и бизнес-процессами; определить элементы IoT системы, исходя из нужд клиентов и процессов компании; разработать системы безопасности IoT-устройств и датчиков; спроектировать систему IoT масштабируемой для применения во всей компании; разработать методологию для интеграции и управления устройствами IoT. В итоге, необходимо применить методы управления рисками, исходя из выбранной конфигурации, и создать систему мониторинга и поддержки функционирования IoT. Исходя из стандартов Эталонной модели Всемирного форума Интернета вещей,<sup>98</sup> проанализированной в Главе 2 данной ВКР, уровню 2 «Связь» соответствуют следующие варианты элементов сетевой инфраструктуры: локальная сеть (LAN: Ethernet и Wi-Fi), персональная сеть (PAN: ZigBee, Bluetooth, UWB), глобальные беспроводные сети WAN

---

<sup>97</sup> Железнодорожные метеорологические системы и датчики [Электронный ресурс] // Vaisala. – Режим доступа: <http://www.vaisala.ru/ru/roads/products/railweathersystemsandsensors/Pages/default.aspx> (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>98</sup> Building the internet of things [Электронный ресурс] // CISCO Report. — 2014. — Режим доступа: [http://cdn.iotwf.com/resources/72/IoT\\_Reference\\_Model\\_04\\_June\\_2014.pdf](http://cdn.iotwf.com/resources/72/IoT_Reference_Model_04_June_2014.pdf) (дата обращения: 05.03.2018).

(GSM, GPRS, LTE), мобильная связь (3G, 4G, в идеале – 5G) и спутниковая связь. Выбор управляющей платформы также основан на стандартах Эталонной модели Всемирного форума Интернета вещей. Управляющая платформа включает в себя уровни 4. Накопление данных, 5. Абстракция данных и 6. Приложения.

Исходя из конечной конфигурации IoT, определённой на данном этапе ранее, необходимо, во-первых, рассчитать площади и оценить потребление электроэнергии для размещения устройств и оборудования. Во-вторых, определить ресурсы для последующей установки, оперирования и поддержания системы IoT. Данные мероприятия будут выполняться специалистами проектной команды и в рамках данной ВКР не выполняются. Подробные роли каждого члена проектной команды описаны в Главе 3, параграфе «Определение обязанностей проектной команды: матрица RACI»

### **2.2.7. Запуск пилотного проекта (этап 7)**

Исходя из этапа 6, должно быть выполнено тестирование технологии перед её полномасштабным внедрением. Например, холдинг «РЖД» может внедрить Интернет вещей на одной из 16 филиалов-дорог ОАО «РЖД» – «Октябрьской железной дороге». С целью оценки эффективности технологии необходимо использовать разработанную на этапе 5 ССП: сначала замерить значения всех KPI до внедрения, затем – через некий интервал после внедрения. Данные мероприятия в рамках данной ВКР не выполняются.

## **Выводы**

В данной главе, основываясь на данных, полученных в результате выполнения 1<sup>го</sup> «Сбор и анализ вторичных данных» и 2<sup>го</sup> «Сбор и анализ первичных данных» этапов исследования применены инструменты 3го этапа исследования «Предложения по подготовке к внедрению IoT».

Во-первых, был проведён анализ существующих практик внедрения Интернета вещей в железнодорожных перевозках, показавший необходимость включения в методику анализа вторичных и первичных данных об Интернете вещей, определения преимуществ и барьеров его внедрения, анализа PEST-факторов функционирования конкретной железнодорожной отрасли или сервиса, разработки модели или архитектуры функционирования Интернета вещей в конкретных системах.

На базе проанализированных статей и отчётов разработана адаптированная под холдинг «РЖД» методика внедрения Интернета вещей с использованием различных методов – интервью, бенчмаркинг, построение архитектуры процесса, матрица RACI.



В рамках этапа 1 сформированы рекомендации к подбору кросс-функциональной проектной команды, состоящей из постоянных сотрудников компании и IoT-специалистов, определены требования к компетенциям IoT специалистов, исходя из Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ о профессиональных стандартах.

В рамках этапа 2 дано комплексное определение Интернета вещей. Проанализирована Эталонная модель Всемирного форума Интернета вещей с целью определения соответствующих физических и нефизических уровней Интернета вещей как базы для внедрения технологии на предприятии, с описанием семи уровней функционирования, от физических устройств до уровня приложений и процессов, и адаптирована под холдинг «РЖД». Определены технологии к приобретению холдингом, без которых внедрение Интернета вещей невозможно: беспроводные сенсорные сети (WSN), облачные технологии, туманные вычисления, интеллектуальные датчики, RFID.

В рамках этапа 3 в результате анализа интервью и научных статей из баз данных, были определены основные информационные, технологические, операционные и экономические барьеры (безопасность, нежелание делиться информацией, время работы батарей, инфраструктура, особенности климата, отсутствие единых стандартов; знания, навыки, приверженность; регламенты и нормативы, бюрократия, высокие начальные инвестиции) и стимулы (доступность данных, скорость обработки, эффект больших данных, возможность хранения значительных объемов информации, доступность технологий, рациональное использование ресурсов, снижение ошибок, общепринятая стандартизация, снижение затрат, рост удовлетворенности клиентов) внедрения Интернета вещей. Определены 10 требований к компаниям для целесообразного внедрения Интернета вещей, каждому из которых холдинг «РЖД» удовлетворяет.

В рамках этапа 4 была проанализирована и систематизирована по типам информация к сбору, передаче и анализу при осуществлении холдингом грузоперевозок: трафик и инфраструктура, местонахождение транспорта и груза, состояние груза, операции на складе и его состояние, атрибуты груза, идентификация транспорта. Определены функциональные направления внедрения Интернета вещей для холдинга «РЖД», исходя из особенностей железнодорожной отрасли и требований компании: превентивный контроль, дистанционная диагностика, автоматизация операций.

В рамках этапа 5 разработана упрощённая ССП, нацеленная на измерение эффективности после внедрения технологии Интернета вещей. В рамках этапа 6 рекомендованы стандарты для определения конечной конфигурации IoT.

### ГЛАВА 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Во-первых, на основании методики, разработанной в предыдущей главе и поэтапно описывающей действия для внедрения Интернета вещей, нужно определить зоны ответственности проектной команды, так как при проектах по изменению бизнес-процессов привычные рабочие роли, задачи и зоны ответственности сотрудников меняются на новые проектные. Чтобы избежать двойного подчинения, дубликации выполняемых задач, перекладывания ответственности, в данной главе в рамках 4<sup>го</sup> этапа исследования «Рекомендации к внедрению IoT» будет составлена матрица RACI для каждого этапа методики внедрения Интернета вещей в холдинге «РЖД», определяющая роли членов кросс-функциональной команды. Данный инструмент также имеет управленческое значение, т.к. менеджменту в крупных проектах необходимо делегировать полномочия конкретным ответственным лицам.

Во-вторых, до проведения тестирования технологии на практике необходимо в общем, понятном для IoT-специалистов и остальных членов проектной команды виде описать функциональные направления внедрения Интернета вещей. Для данной цели будет построена базовая модель обмена информацией при заказе клиентом грузовых железнодорожных перевозок, на основе которой IoT-специалисты смогут разработать систему IoT в холдинге «РЖД» с учётом изменений бизнес-процессов с точки зрения клиентской составляющей. Автором данной ВКР рекомендуется построение подобных моделей информационного обмена для всех функциональных направлений.

#### 3.1. Определение обязанностей проектной команды: матрица RACI

Для наглядного представления распределения обязанностей в рамках подготовки к внедрению технологии Интернета вещей в холдинге «РЖД» будет использована матрица RACI.<sup>99</sup> Аббревиатура RACI означает:

R – Responsible (исполняет). Исполнитель задания. Помимо исполнения определяет конкретные действия по реализации данного задания проекта, исходя из распоряжений «сверху», принимает участие в согласовании технической документации и определении ресурсов, передаёт сведения ответственному «А» о ходе выполнения задания. Исполнение может быть распределено между несколькими сотрудниками, тогда степень их участия

---

<sup>99</sup> Smith M. Role & Responsibility Charting (RACI) [Электронный ресурс] / M. Smith, J. Erwin // California Inland Empire Chapter. — 2017. — Режим доступа: [https://pmicie.starchapter.com/images/downloads/raci\\_r\\_web3\\_1.pdf](https://pmicie.starchapter.com/images/downloads/raci_r_web3_1.pdf) (дата обращения: 13.05.2018).

определяется членом команды «А». Данная роль должна быть в каждом задании. Возможны совмещения с другими ролями.

A – Accountable (несет ответственность). Делегируют полномочия по непосредственному выполнению проектного задания членам команды «R». Несёт финальную ответственность за корректное выполнение задания, следит за качеством выполнения задания, сроками, соответствием бюджету, расходом ресурсов, рассматривает предложения членов команды по внесению изменений в проект. Ответственным должно быть одно лицо во избежание двойного подчинения. Данная роль должна быть в каждом задании.

C – Consult before doing (консультирует до исполнения). Обычно – эксперты в области поставленной задачи, с которыми обеспечивается двусторонняя коммуникация членов проектной команды «R» и «A». Может быть несколько лиц-консультантов. Данная роль может отсутствовать в задании.

I – Inform after doing (оповещается после исполнения). Лица, которые не принимают участия в выполнении задания, но информируются о ходе его выполнения и/или промежуточных и финальных результатах по средствам односторонней связи. Не несёт ответственности за выполнение данного задания. Могут быть несколько лиц к информированию. Данная роль может отсутствовать в задании.

В таблицах 7 – 10 представлена матрица RACI для этапов 2-7 методики внедрения Интернета вещей в холдинге «РЖД», представленной в главе 2. Этап 1 в матрицу не включается, т.к. он заключается в формировании проектной команды, которая выполняет этапы 2-7.

**Таблица 7. Матрица RACI (часть 1)**

	2. Анализ технологии IoT			3. Анализ микро и макро факторов
	Разработка единой терминологии	Построение архитектуры IoT	Определение технологий к приобретению	Определение барьеров и стимулов видернения IoT
Менеджер проекта	A	A	A	A
Представитель департамента финансов	-	-	I	-
Представитель IT-департамента	R	R	R	C
Системный интегратор	R	R	R	I
Риск-менеджер	-	-	-	R
Корпоративный менеджер	-	-	-	R
Представители компаний холдинга "РЖД"	-	-	-	R
Клиенты	-	-	-	-
Инженеры IoT-систем	C	C	C	-
Провайдеры сетевого сервиса	C	C	C	-
Производители устройств IoT	C	C	C	-
Специалист по кибер-безопасности	C	C	C	-
Разработчик IoT-приложений	C	C	C	-
Разработчик программного обеспечения	C	C	C	-
Специалист по управлению большими данными	C	C	C	-
Специалист по машинному обучению	C	C	C	-

**Таблица 8. Матрица RACI (часть 2)**

	4. Определение функциональных		
	Классификация информации к сбору, передаче и обработке	Анализ функциональных направлений IoT	Построение базовых моделей обмена информацией
Менеджер проекта	I	A	I
Представитель департамента финансов	-	-	-
Представитель IT-департамента	R	R	R
Системный интегратор	A	R	A
Риск-менеджер	-	-	-
Корпоративный менеджер	C	-	R
Представители компаний холдинга "РЖД"	R	R	C
Клиенты	R	-	C
Инженеры IoT-систем	-	-	-
Провайдеры сетевого сервиса	-	-	-
Производители устройств IoT	-	-	-
Специалист по кибер-безопасности	-	-	-
Разработчик IoT-приложений	-	C	R
Разработчик программного обеспечения	-	C	R
Специалист по управлению большими данными	-	C	R
Специалист по машинному обучению	-	-	-

**Таблица 9. Матрица RACI (часть 3)**

	5. Разработка ССП			
	Анализ стратегий холдинга "РЖД"	Определение KPI	Определение действий к достижению целей	Получение одобрения заинтересованных сторон
Менеджер проекта	A	A	A	AR
Представитель департамента финансов	R	R	R	R
Представитель IT-департамента	R	R	R	R
Системный интегратор	I	-	-	R
Риск-менеджер	C	-	-	R
Корпоративный менеджер	R	C	C	R
Представители компаний холдинга "РЖД"	R	R	R	-
Клиенты	-	C	-	-
Инженеры IoT-систем	-	-	-	-
Провайдеры сетевого сервиса	-	-	-	-
Производители устройств IoT	-	-	-	-
Специалист по кибер-безопасности	-	-	-	-
Разработчик IoT-приложений	-	-	-	-
Разработчик программного обеспечения	-	-	-	-
Специалист по управлению большими данными	-	-	-	-
Специалист по машинному обучению	-	-	-	-

**Таблица 10. Матрица RACI (часть 4)**

	6. Определение конечной конфигурации системы IoT и планирование ресурсов					7. Запуск пилотного проекта
	Определение приборов и датчиков	Определение сетевой инфраструктуры	Выбор управляющей платформы	Обеспечение безопасности системы IoT	Расчёт бюджета проекта	Тестирование технологии IoT
Менеджер проекта	I	I	I	I	A	A
Представитель департамента финансов	-	-	-	-	R	-
Представитель IT-департамента	C	C	C	R	-	R
Системный интегратор	A	A	A	A	C	R
Риск-менеджер	-	-	-	C	-	-
Корпоративный менеджер	-	-	-	-	-	-
Представители компаний холдинга "РЖД"	-	-	-	-	-	-
Клиенты	-	-	-	-	-	-
Инженеры IoT-систем	R	R	R	R	-	R
Провайдеры сетевого сервиса	C	R	C	C	-	R
Производители устройств IoT	R	C	C	C	-	R
Специалист по кибер-безопасности	C	R	C	R	-	R
Разработчик IoT-приложений	C	C	R	R	-	R
Разработчик программного обеспечения	C	C	R	R	-	R
Специалист по управлению большими данными	C	C	R	C	-	R
Специалист по машинному обучению	C	C	R	C	-	R

## Этап 2. Анализ технологии IoT

При определении стандартов и нормативов необходимо в обязательном порядке опираться на внутреннюю документацию холдинга «РЖД»: Устав, Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 г., Положение "Об информационной политике ОАО «РЖД»", Кодекс деловой этики ОАО «РЖД».<sup>100</sup> Стандарты и терминология Интернета вещей определяются в рамках международного форума «Internet

<sup>100</sup> Реквизиты и документы [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=47](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=47) (дата обращения: 13.05.2018).

of Things World Forum», ежегодно проводимого компаниями IT-индустрии IBM, Intel и Cisco.<sup>101</sup>

Ответственным «А» является менеджер проекта. Он следит за выполнением задач в срок, контролирует расход ресурсов, отвечает за качество выполненных заданий. Им назначаются исполнители «R» заданий – системный интегратор и представитель IT-департамента, которые разбираются в информационных технологиях. Консультантами выступают все IoT-специалисты: инженеры IoT-систем, провайдеры сетевого сервиса, производители устройств IoT, специалист по кибер-безопасности, разработчики IoT-приложений, разработчики программного обеспечения, специалисты по управлению большими данными и машинному обучению.

#### Разработка единой терминологии и построение архитектуры IoT

На данном этапе проектной команде необходимо дать чёткое определение Интернета вещей с точки зрения конкретной управленческой задачи холдинга «РЖД» и определить единую терминологию. Терминология Интернета вещей с точки зрения мировых стандартов определяется в рамках международного форума «Internet of Things World Forum», ежегодно проводимого компаниями IT-индустрии IBM, Intel и Cisco. Так как стратегиями холдинга «РЖД», установленной Правительством РФ в рамках Прогноза социально-экономического развития до 2030 г., являются интеграция в евро-азиатскую транспортную систему и достижение лидерских позиций на мировом рынке, необходимо строго следовать единым мировым стандартам.<sup>102</sup>

Далее необходимо представить модель Интернета вещей, указав для каждого её уровня специфические для холдинга элементы и особенности. Данная архитектура ежегодно дорабатывается в рамках международного форума «Internet of Things World Forum» и является Эталонной моделью Интернета вещей. В ней прописываются технологии, объекты и требования каждого из семи уровней: 1) физические устройства и контроллеры, 2) связь, 3) туманные вычисления, 4) накопление данных, 5) абстракция данных, 6) приложения, 7) взаимодействие и процессы. Каждый из уровней должен быть адаптирован под холдинг «РЖД» с учётом особенностей железнодорожной отрасли и холдинга «РЖД».

---

<sup>101</sup> Internet of Things World Forum [Электронный ресурс] // Официальный сайт конференции IoT World Forum. – Режим доступа: <http://www.iotwf.com/> (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>102</sup> Обзор компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=62](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=62) (дата обращения: 13.05.2018).

### Определение технологий к приобретению

Необходимо определить ключевые технологии, без которых невозможно функционирование Интернета вещей. Беспроводные сенсорные сети, облачные технологии, туманные вычисления, интеллектуальные датчики, технология RFID.

Ответственное лицо «А», исполнители «R» и консультанты «С» остаются, как и на предыдущих заданиях. Добавляется лицо к информированию – представитель департамента финансов – так как именно он рассчитывает бюджет, исходя из определённых к приобретению технологий. При определении технологий автором данной ВКР рекомендуется использовать метод бенчмаркинга, опираясь на существующие практики внедрения Интернета вещей в железнодорожных грузоперевозках, описанные в «Обзоре существующих практик внедрения IoT в ЖД грузоперевозках». Внедрение IoT в шведской железнодорожной отрасли, применение IoT как часть разработки «умных» поездов, применение IoT как часть разработки «умных» железных дорог и методика внедрения IoT компании Intel.<sup>103 104 105 106</sup>

### **Этап 3. Анализ факторов макросреды и микросреды**

Во-первых, необходимо определить факторы макроуровня, которые могут повлиять на внедрение Интернета вещей. Автором данной ВКР для этой цели был использован PEST-анализ, включающий определение политических, экономических, социальных и технологических факторов.

Во-вторых, необходимо определить факторы микроуровня, которые могут повлиять на внедрение Интернета вещей. Автором данной ВКР для этой цели был использован SWOT-анализ, включающий определение сильных и слабых сторон холдинга «РЖД» и вытекающих из внешней среды угроз и возможностей. Для определения факторов микроуровня рекомендуется использовать существующие отчёты холдинга «РЖД», характеризующие финансово-экономические показатели и показатели основной деятельности в динамике: «Финансовая отчетность по международным стандартам», «Финансовая отчетность по российским стандартам» и «Годовые отчеты компании».<sup>107</sup> Кроме того, для оценки отклонения от поставленных стратегических целей и определения

---

<sup>103</sup> Berg M., Nordlindh M. Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector / M. Berg, M. Nordlindh // Department of Informatics and Media Uppsala University Sweden. – 2012. – P. 5-45.

<sup>104</sup> Fraga-Lamas P. Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways / P. Fraga-Lamas // MPDI: Sensors Open Access Journal. – 2017. – P. 5-25.

<sup>105</sup> Ohyun J. Internet of Things for Smart Railway: Feasibility and Applications [Электронный ресурс] / J. Ohyun // IEEE Internet of Things Journal. База данных Scopus. – 2017. – Режим доступа: <http://proxy.library.spbu.ru:2242/document/8026132/?reload=true> (дата обращения: 08.03.2018).

<sup>106</sup> Gaiser K. Integrating IoT Sensor Technology into the Enterprise / K. Gaiser // Intel Report. — 2015. — P. 3-10.

<sup>107</sup> Отчетность компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=32](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=32) (дата обращения: 13.05.2018).

направлений будущего развития рекомендуется анализ следующей документации холдинга «РЖД»: «Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 г.», «Программа структурной реформы»;<sup>108</sup> и общероссийских направлений развития – «Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года», утверждённый Правительством РФ.<sup>109</sup>

Ответственным «А» является менеджер проекта. Он следит за выполнением задач в срок, контролирует расход ресурсов, отвечает за качество выполненных заданий. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) риск-менеджер, т.к. его основной функцией в компании является собственно оценка рисков внутренней и внешней среды; 2) корпоративный менеджер, т.к. он обладает знаниями о внутренней политике компании (например, политике конфиденциальности, степени подотчетности); 3) представители компаний холдинга «РЖД», т.к. каждая из компаний холдинга имеет свою специфику. Консультантом «С» выступает представитель IT-департамента, осуществляя поддержку по IT факторам, связанным с внедрением IoT. Информированным лицом «I» является системный интегратор, т.к. его функция заключается в координации создания единой конечной системы IoT, исходя из всех данных, обработанных проектной командой, в т.ч. с учётом факторов микро и макросреды.

#### **Этап 4. Определение функциональных направлений внедрения IoT**

##### **Классификация информации к сбору, передаче и обработке системе IoT**

Необходимо классифицировать взаимодействия между всеми элементами системы IoT: инфраструктурой, подвижным составом, оборудованием, сенсорами и сетями. Для этого рекомендуется применить метод бенчмаркинга, проанализировав существующие классификации, описанные в научных исследованиях и практических кейсах. Автором данной ВКР был использован кейс внедрения IoT для разработки «умных» поездов.<sup>110</sup> Далее рекомендуется определить и классифицировать информацию, получаемую от объектов IoT, для выбора подходящих датчиков, сетей, шлюзов и разработки управляющей платформы, специфической для грузовых ЖД перевозок и холдинга «РЖД». Для этого рекомендуется привлечь представителя IT-департамента, представителей компаний холдинга «РЖД» и клиентов как пользователей информации.

---

<sup>108</sup> Реквизиты и документы [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=47](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=47) (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>109</sup> Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации». – Режим доступа: [http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>110</sup> Fraga-Lamas P. Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways / Fraga-Lamas P // MPDI: Sensors Open Access Journal. – 2017. – P. 16-30.



Ответственным «А» является системный интегратор, т.к. менеджера проекта не имеет смысла перегружать промежуточным второстепенным заданием, а системному интегратору классификация информации необходима для определения финальной конфигурации IoT. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) представитель IT-департамента, т.к. его он обладает знаниями в области IT и пониманием устройства холдинга «РЖД»; 2) представители компаний холдинга «РЖД», т.к. они являются пользователями информации и с подконтрольных им объектов собираются данные; 3) клиенты холдинга «РЖД», т.к. они пользуются преобразованными в информацию данными. Консультантом «С» выступает корпоративный менеджер, осуществляя поддержку по вопросам информационной политики и конфиденциальности.

#### Анализ функциональных направлений внедрения Интернета вещей

Далее необходимо определить функциональные направления использования Интернета вещей в грузовых ЖД перевозках холдинга «РЖД». Особенностью технологии Интернета вещей как продукта является то, что его полезность для потребителя (холдинга «РЖД») определяется типом, качеством и своевременностью получаемой информации для принятия управленческих решений. При этом традиционный подход определения цены Интернета вещей как продукта, исходя из себестоимости и желаемой маржи не подходит, т.к. затраты сильно варьируются в зависимости от необходимой инфраструктуры. Для этой цели разрабатывается скользящая ценовая шкала, исходя из выбранного потребителем функционального направления, для учёта дополнительных затрат. Для холдинга «РЖД» определены следующие функциональные направления к применению: «превентивный контроль», «дистанционная диагностика» и «автоматизация операций».

Ответственным «А» является менеджер проекта. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) представитель IT-департамента, т.к. он обладает знаниями в области IT и понимает устройство холдинга «РЖД»; 2) системный интегратор, т.к. его функция заключается в координации создания единой конечной системы IoT, под конкретные функциональные направления; 3) представители компаний холдинга «РЖД», т.к. они являются пользователями информации и с подконтрольных им объектов собираются данные. Консультантами «С» выступают разработчик IoT-приложений, разработчик программного обеспечения, специалист по управлению большими данными, т.к. в именно они в дальнейшем займутся технической разработкой системы IoT, исходя из предоставленных требований к функциональным направлениям.

Для этого рекомендуется использовать метод бенчмаркинга для анализа существующих функциональных направлений внедрения IoT. Автором данной ВКР в качестве объекта бенчмаркинга выбрано исследование руководителя корпоративного

подразделения компании Particle, разрабатывающей платформы для Интернета вещей, и по совместительству автора статьи о моделях для внедрения Интернета вещей, Д. Джэмисона.<sup>111</sup> Выбор из существующего списка подходящих конкретно для целей холдинга «РЖД» функциональных направлений должен основываться на потребностях холдинга, исходя из текущих неэффективностей деятельности и нужд компаний холдинга и клиентов. Рекомендуются анализ внутренней документации холдинга для оценки показателей в динамике: «Финансовая отчетность по международным стандартам», «Финансовая отчетность по российским стандартам» и «Годовые отчеты компании».<sup>112</sup> Автором данной ВКР интервью с представителями холдинга и изучение внутренней документации было выбрано как метод выбора функциональных направлений.

#### Построение базовых моделей обмена информацией

Далее необходимо построить модели, демонстрирующие процессы информационного обмена при внедрении Интернета вещей, на базе которых в дальнейшем IoT специалисты будут разрабатывать техническую часть системы IoT.

Ответственным «А» является системный интегратор. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) представитель IT-департамента, т.к. он обладает знаниями в области IT и понимает устройство холдинга «РЖД»; 2) корпоративный менеджер для соблюдения информационной политики; 3) Разработчик IoT-приложений, разработчик программного обеспечения, специалист по управлению большими данными, т.к. именно они в дальнейшем займутся технической разработкой системы IoT, в т.ч. исходя из базовых моделей обмена информацией. Консультантами «С» выступают представители компаний холдинга «РЖД» и клиенты. Менеджера проекта «I» необходимо информировать о ходе выполнения задания.

Для этого рекомендуется использовать метод бенчмаркинга для анализа существующих моделей функциональных направлений. Автором данной ВКР построена одна из моделей обмена информацией – модель взаимодействия клиента и холдинга при заказе грузовых железнодорожных перевозок с точки зрения информационных потоков. Теоретические основы для построения модели взяты из статьи А. Смирнова, А. Кошельника и Н. Шилова.<sup>113</sup> Данные взяты из интервью и официальных документов холдинга «РЖД». К определению и анализу рекомендуются существующие сервисы

---

<sup>111</sup> Jamieson D. The top 5 most successful IoT business models [Электронный ресурс] / Jamieson D. // IT-ProPortal. — 2017. — Режим доступа: <https://www.itproportal.com/features/the-top-5-most-successful-iot-business-models/> (дата обращения: 11.02.2018).

<sup>112</sup> Отчетность компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». — Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=32](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=32) (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>113</sup> Smirnov A., et al. Infomobility for Personal Trip Management / A. Smirnov // Intelligent information technologies, mathematical modeling, system analysis and automation. — 2015. — P. 430-434.

грузоперевозок холдинга «РЖД», предоставляемые услуги, онлайн-сервисы, материально-техническая база, деятельность компаний холдинга, бизнес-процессы грузоперевозок.

### **Этап 5. Разработка ССП**

Для получения одобрения заинтересованных сторон нужно оценить эффективность проекта. Автором данной ВКР рекомендуется разработать ССП не только для реализации стратегий холдинга «РЖД», но и для оценки эффекта внедрения Интернета вещей, т.к. ССП позволяет всесторонне оценить степень достижения стратегических целей. Для разработки ССП рекомендуется проанализировать существующие практики разработки ССП в железнодорожной отрасли. Автор данной ВКР выбрал методы интервью и бенчмаркинга (статья Guilherme F. «Measuring Performance in Rail Freight Transportation Companies»,<sup>114</sup> и статья A. Tubis и S. Wojciechowska «Balanced Scorecard use in Passenger Transport Companies Performing at Polish Market».<sup>115</sup>) для разработки упрощённой ССП.

#### Анализ стратегий холдинга «РЖД»

Сначала необходимо проанализировать существующие стратегии холдинга, определить направления к оптимизации и ключевые стратегии, исходя из документации холдинга «РЖД» и общероссийских стратегических планов развития: «Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 г.», «Программа структурной реформы»,<sup>116</sup> «Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года»,<sup>117</sup> «Финансовая отчетность по международным стандартам», «Финансовая отчетность по российским стандартам» и «Годовые отчеты компании».<sup>118</sup> Необходимо также построить карту стратегий, чтобы чётко определить причинно-следственную связь между стратегиями направлений финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы и инновации и обучение.

Ответственным «А» является менеджер проекта. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) представитель департамента финансов для учёта стратегического направления «финансы» ССП; 2) представитель IT-департамента для определения влияния IoT на

---

<sup>114</sup> Guilherme F. Measuring Performance in Rail Freight Transportation Companies [Электронный ресурс] / F. Guilherme // International Business Research. — 2017. — Vol. 10, No. 11. — Режим доступа: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/viewFile/70427/38814> (дата обращения: 04.05.2018).

<sup>115</sup> Tubis A. Balanced Scorecard use in Passenger Transport Companies Performing at Polish Market [Электронный ресурс] / A. Tubis, S. Wojciechowska // Procedia Engineering. — 2017. — Vol. 187. — Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817319422> (дата обращения: 03.02.2018).

<sup>116</sup> Реквизиты и документы [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». — Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=47](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=47) (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>117</sup> Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. — Режим доступа: [http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>118</sup> Отчетность компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». — Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=32](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=32) (дата обращения: 13.05.2018).

достижение стратегических целей; 3) корпоративный менеджер для соблюдения информационной политики; 4) представители компаний холдинга «РЖД». Консультантом «С» выступает риск-менеджер. Системного интегратора «I» необходимо информировать конечном результате выполнения задания, т.к. система IoT будет нацелена на достижение стратегий холдинга «РЖД».

#### Определение KPI

Исходя из стратегий, определённых для каждого из четырёх направлений, определяются ключевые показатели эффективности (KPI).

Ответственным «А» является менеджер проекта. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) представитель департамента финансов для учёта стратегического направления «финансы» ССП; 2) представитель IT-департамента для определения влияния IoT на достижение стратегических целей; 3) представители компаний холдинга «РЖД». Консультантами «С» выступают корпоративный менеджер и клиенты.

#### Определение действий к достижению целей

Ответственным «А» является менеджер проекта. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) представитель департамента финансов для учёта стратегического направления «финансы» ССП; 2) представитель IT-департамента для определения влияния IoT на достижение стратегических целей; 3) представители компаний холдинга «РЖД». Консультантом «С» выступают корпоративный менеджер.

#### Получение одобрения заинтересованных сторон

Для одобрения высшим руководством продолжения работы над проектом и бюджета проекта ответственный «А,R» менеджер проекта проводит презентацию результатов первых 5 этапов. вместе с ним презентацию готовят и/или ведут: 1) представитель департамента финансов, 2) представитель it-департамента, 3) системный интегратор, 4) риск-менеджер, 5) корпоративный менеджер.

### **Этап 6. Определение конечной конфигурации системы IoT и планирование ресурсов**

Для данного этапа главным стандартом рекомендуется использовать Эталонную модель Всемирного форума Интернета вещей,<sup>119</sup> составленную IT-компаниями, специализирующимися на разработке методик и технологий для внедрения Интернета вещей – IBM, Cisco, Intel. Данная модель проанализирована в Главе 2 данной ВКР.

#### Определение приборов и датчиков

---

<sup>119</sup> Building the internet of things [Электронный ресурс] // CISCO Report. — 2014. — Режим доступа: [http://cdn.iotwf.com/resources/72/IoT\\_Reference\\_Model\\_04\\_June\\_2014.pdf](http://cdn.iotwf.com/resources/72/IoT_Reference_Model_04_June_2014.pdf) (дата обращения: 05.03.2018).

Рекомендуется, во-первых, использовать бенчмаркинг для определения критериев выбора датчиков и приборов. Автором данной ВКР в качестве примера взята практика Intel.<sup>120</sup> Во-вторых, исходить из классификации данных к сбору, передачи и анализу. В-третьих, необходимо учитывать эксплуатационные условия: диапазон температур, давления, скорости, ветра, количество осадков, влажность и т.д.

Ответственным «А» является системный интегратор, т.к. его задача – руководить созданием единой системы IoT, объединяя результаты работы технических и IT-специалистов с нуждами компании и клиентов, т.е. управленческие задачи с техническим заданием. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) инженеры IoT-систем и 2) производители устройств IoT, т.к. именно в их компетенции разработка и установка IoT оборудования. Консультантами «С» выступают представитель IT-департамента, провайдеры сетевого сервиса, разработчик IoT-приложений, разработчик программного обеспечения, специалист по кибер-безопасности, специалист по управлению большими данными и специалист по машинному обучению, т.к. на следующем этапе им необходимо разрабатывать и устанавливать сети и шлюзы, программное обеспечение и приложения, исходя из выбранного IoT оборудования. Менеджер проекта «I» должен информироваться о результатах выполнения задания.

#### Определение сетевой инфраструктуры

Ответственным «А» является системный интегратор, т.к. его задача – руководить созданием единой системы IoT, объединяя результаты работы технических и IT-специалистов с нуждами компании и клиентов, т.е. управленческие задачи с техническим заданием. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) инженеры IoT-систем, 2) провайдеры сетевого сервиса и 3) специалист по кибер-безопасности, т.к. именно в их компетенции выбор и установка сетей и шлюзов для передачи данных между объектами IoT. Консультантами «С» выступают представитель IT-департамента, производители устройств IoT, разработчик IoT-приложений, разработчик программного обеспечения, специалист по управлению большими данными и специалист по машинному обучению, т.к. на следующем этапе им необходимо разрабатывать и устанавливать управляющую платформу, исходя из выбранного IoT оборудования. Менеджер проекта «I» должен информироваться о результатах выполнения задания.

#### Выбор управляющей платформы

Ответственным «А» является системный интегратор, т.к. его задача – руководить созданием единой системы IoT, объединяя результаты работы технических и IT-

---

<sup>120</sup> Датчики [Электронный ресурс] // IoT.ru Новости Интернета вещей. – Режим доступа: <https://iot.ru/wiki/datchiki> (дата обращения: 13.05.2018).

специалистов с нуждами компании и клиентов, т.е. управленческие задачи с техническим заданием. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) инженеры IoT-систем, 2) разработчик IoT-приложений, 3) разработчик программного обеспечения, 4) специалист по управлению большими данными и 5) специалист по машинному обучению, т.к. именно в их компетенции выбор/разработка и установка элементов управляющей платформы. Консультантами «С» выступают представитель IT-департамента, производители устройств IoT, провайдеры сетевого сервиса и специалист по кибер-безопасности, т.к. на следующем этапе им либо придётся обеспечивать безопасность всей системы, либо управляющая платформа основана на выбранных ранее приборах, датчиках, сетях и шлюзах. Менеджер проекта «I» должен информироваться о результатах выполнения задания.

#### Обеспечение безопасности системы IoT

Ответственным «А» является системный интегратор, т.к. его задача – руководить созданием единой системы IoT, объединяя результаты работы технических и IT-специалистов с нуждами компании и клиентов, т.е. управленческие задачи с техническим заданием. Им назначаются исполнители «R» заданий: 1) инженеры IoT-систем, 2) разработчик IoT-приложений, 3) разработчик программного обеспечения, 4) представитель IT-департамента и 5) специалист по кибер-безопасности, т.к. именно в их компетенции обеспечение безопасности данных и объектов системы IoT. Консультантами «С» выступают производители устройств IoT, провайдеры сетевого сервиса, специалист по управлению большими данными, специалист по машинному обучению и риск-менеджер. Менеджер проекта «I» должен информироваться о результатах выполнения задания. Рекомендуется следовать стандартам безопасности IoT, разработанными компаниями,<sup>121</sup> Intel<sup>122</sup> и Cisco,<sup>123</sup> т.к. данные IT-компании специализируются на разработке IoT-решений в области управляющих платформ и обеспечения их кибер-безопасности.

#### Расчёт бюджета проекта

Рекомендуется на основании определённой на предыдущих этапах конфигурации системы IoT оценить экономическую стоимость проекта. Данная задача требует отдельного исследования и в рамках данной ВКР не выполняется, т.к. определение

---

<sup>121</sup> Комплексная защита в Интернете вещей [Электронный ресурс] // Microsoft Azure. — 2018. — Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/iot-suite/securing-iot-ground-up> (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>122</sup> IoT Security and Scalability on Intel® IoT Platform [Электронный ресурс] // Intel. — Режим доступа: <https://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/iot-platform.html> (дата обращения: 13.05.2018).

<sup>123</sup> Securing the Internet of Things: A Proposed Framework [Электронный ресурс] // Cisco. — 2013. — Режим доступа: <https://www.cisco.com/c/en/us/about/security-center/secure-iot-proposed-framework.html> (дата обращения: 13.05.2018).

конечной конфигурации системы IoT возможно только техническими специалистами. Ответственным «А» является менеджер проекта. Им назначается исполнитель задания «R» - представитель департамента финансов. Консультантом «С» выступает системный интегратор, т.к. именно в зоне его ответственности финальная система IoT.

### **Этап 7. Запуск пилотного проекта**

Ответственным «А» является менеджер проекта. Им назначаются исполнители задания «R»: представитель IT-департамента, системный интегратор, инженеры IoT-систем, провайдеры сетевого сервиса, производители устройств IoT, специалист по кибербезопасности, разработчик IoT-приложений, разработчик программного обеспечения, специалист по управлению большими данными, специалист по машинному обучению

### **3.2. Изменение бизнес-процессов холдинга «РЖД»**

Для составления модели сервиса грузовых перевозок для холдинга «РЖД» была проанализирована информация с официального сайта компании, а также проведено интервью с представителем компании с целью определения механизмов взаимодействия участников системы и механизмов движения информационных потоков.<sup>124</sup>

Сервис грузоперевозок холдинга «РЖД» предоставляет следующие услуги:<sup>125</sup>

1. Транспортно-логистические услуги: ЖЕФКО, АО «РЖД Логистика», АО «ОТЛК».
2. Предоставление подвижного состава: АО «ФГК», АО «Рефсервис», ОАО «РейлТрансАвто», ПАО «ТрансКонтейнер», АО «Русская тройка», Транс-Евразия Лоджистикс ГМБХ.
3. Перевозка железнодорожным транспортом (базовая услуга): ОАО «РЖД», Центр фирменного транспортного обслуживания.
4. Рефрижераторные поезда
5. Терминально-складские услуги: Центральная дирекция по управлению терминально-складским комплексом, «Развитие ТЛЦ», «Росжелдорснаб».
6. Морские перевозки и стивидорные услуги: ООО «БФИ», ОАО «Порт Усть-Луга транспортная компания», ЮКЖД.
7. Доставка сборных грузов «РЖД Экспресс»
8. Таможенное оформление грузов

Компания имеет следующие онлайн-сервисы для клиентов:

---

<sup>124</sup> Экспертные интервью с заместителем начальника службы корпоративной информации Октябрьской ЖД – филиала ОАО «РЖД», Горбатов Андреем Викторовичем; специалистом IT-департамента и ответственным за управление бизнес-процессами в ОАО «РЖД» // Из личного архива автора (24.03.2018).

<sup>125</sup> Главная страница сайта грузоперевозок «РЖД» [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании ОАО «РЖД» — Режим доступа: <http://cargo.rzd.ru/> (дата обращения: 15.03.2018).

1. Информационные услуги о перевозках ОАО "РЖД" (ЭТП ТУ)
2. Единый лицевой счет плательщика по услуге выполнения текущего отцепочного ремонта (ТОР ЕЛС)
3. Предварительное информирование о товарах, ввозимых на территорию Таможенного союза железнодорожным транспортом
4. Уведомления для владельцев вагонов
5. Расчет стоимости перевозки сборных грузов
6. Онлайн заказ предоставления вагонов
7. Отправка груза в контейнерах
8. Запрос ставки на отправку контейнерным поездом
9. Расчет расстояния между станциями
10. Расчет провозной платы за пользование инфраструктурой ОАО "РЖД"

Подвижной состав компании состоит из категорий, кратко перечисленных ниже:

1. Цистерны (5 моделей): для перевозки бензина и светлых нефтепродуктов, спирта;
2. Полувагоны (3 модели): для перевозки массовых неагрессивных грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков: насыпных непылевидных, навалочных, штабельных, штучных и других грузов;
3. Крытые вагоны (4 модели): для перевозки штучных, зерновых и других грузов широкой номенклатуры, требующих защиты от атмосферных осадков; живой рыбы;
4. Платформы (12 моделей): для перевозки лесоматериалов, леса; машин на колесном ходу; металлических труб; колесных и гусеничных машин, грузов в ящичной упаковке, металлоконструкций; крупнотоннажных контейнеров; легковых автомобилей; толстолистového проката;
5. Хопперы (7 моделей): для перевозки насыпью цемента и других порошкообразных и гранулированных грузов, требующих защиты от атмосферных осадков; технического углерода насыпью; охлажденного кокса; горячих окатышей и агломерата; минеральных удобрений; зерна и других пищевых, сыпучих грузов насыпью;
6. Автомобилевозы (9 моделей): для перевозки легковых автомобилей;
7. Рефрижераторы (7 типов): для перевозки скоропортящихся грузов

Холдинг занимается перевозкой следующих типов грузов:

1. Насыпные и навалочные грузы (уголь, руды, лесные, строительные, удобрения, зерно): в крытых вагонах, на платформах, в полувагонах, в хопперах.
2. Наливные грузы (нефть, бензин, мазут, сжиженные газы, продукция химической отрасли): в цистернах и вагонах бункерного типа.



3. Готовая продукция и полуфабрикаты тяжелой промышленности (трубы, рельсы, металлопрокат, слябы и т.д.): в любых вагонах.
4. Бытовая техника и электроника: в контейнерах, контрейлерах.
5. Автомобили: в вагонах-автомобилевозах.
6. Машины, станки, оборудование: в разных типах вагонов.
7. Скоропортящиеся грузы (рыба, мясо, фрукты, молочные продукты, пиво, соки, безалкогольные напитки, консервы, маргариновая продукция): в вагонах-рефрижераторах и рефрижераторных контейнерах.

#### **Заказ грузоперевозок клиентом до внедрения Интернета вещей**

Сегодня бизнес-процесс осуществления клиентом заказа грузоперевозки в холдинге «РЖД» выглядит следующим образом:

**Входящий поток:** а) от клиента к РЖД (клиент обратился за информацией об услугах); б) от «РЖД» к клиенту (холдинг предлагает свои услуги).

**Информация о грузе:** размер, масса, особые свойства, тип груза, дополнительные условия (требования к перевозке), необходимость дополнительных услуг (трекинг груза, доставка «до дверей»).

**Передача данных компаниям холдинга:** а) получение ответов от владельцев инфраструктуры и подвижного состава; б) согласование расписания инфраструктуры и подвижного состава; в) расчёт стоимости услуги.

**Передача информации клиенту:** а) стоимость услуги; б) сроки; в) условия перевозки.

**Формирование пакета документов:** а) договор с клиентом; б) таможенные документы; в) иные разрешения и платежные документы.

**Информационная поддержка:** информация на сайте «РЖД» или в мобильных приложениях: а) для внутренних клиентов (компании холдинга); б) для внешних клиентов – заказчиков услуги; в) для партнёров (таможенные службы, 3PL провайдеры).

**Подгон подвижного состава в зависимости от типа груза:** а) погрузка; б) транспортировка; в) разгрузка; д) доставка в конечный пункт.

При этом непосредственно ОАО «РЖД» (зачастую, через ЦФТО) является центральным «связующим» звеном между клиентом и остальными компаниями холдинга. ОАО «РЖД» принимает входящую информацию от клиента. Затем происходит передача соответствующих запросов на инфраструктуру, подвижной состав, оборудование и маршрут в соответствующую компанию холдинга «РЖД», преимущественно по электронной почте. При этом ответ может прийти не сразу, а в срок до 24 ч (при сложном заказе срок может быть увеличен). Каждая из компаний в ответ присылает цены на услугу, доступность инфраструктуры и оборудования, а также сроки. Исходя из полученной

информации ОАО «РЖД» формирует конечное предложение по цене и срокам и отправляет на согласование клиенту. В случае несогласия с клиентом ОАО «РЖД» вновь связывается с компаниями холдинга для корректировки предложения. Процесс повторяется до тех пор, когда клиент либо согласится на условия, либо полностью откажется от заключения договора. Далее компании холдинга подготавливают необходимые документы и направляют их в ОАО «РЖД» для заключения договора, либо, если услуга предоставляется только одной компанией холдинга – клиент «передаётся» данной компании. Далее происходит физический подгон подвижного состава и загрузка груза.

### **Заказ грузоперевозок клиентом после внедрения Интернета вещей**

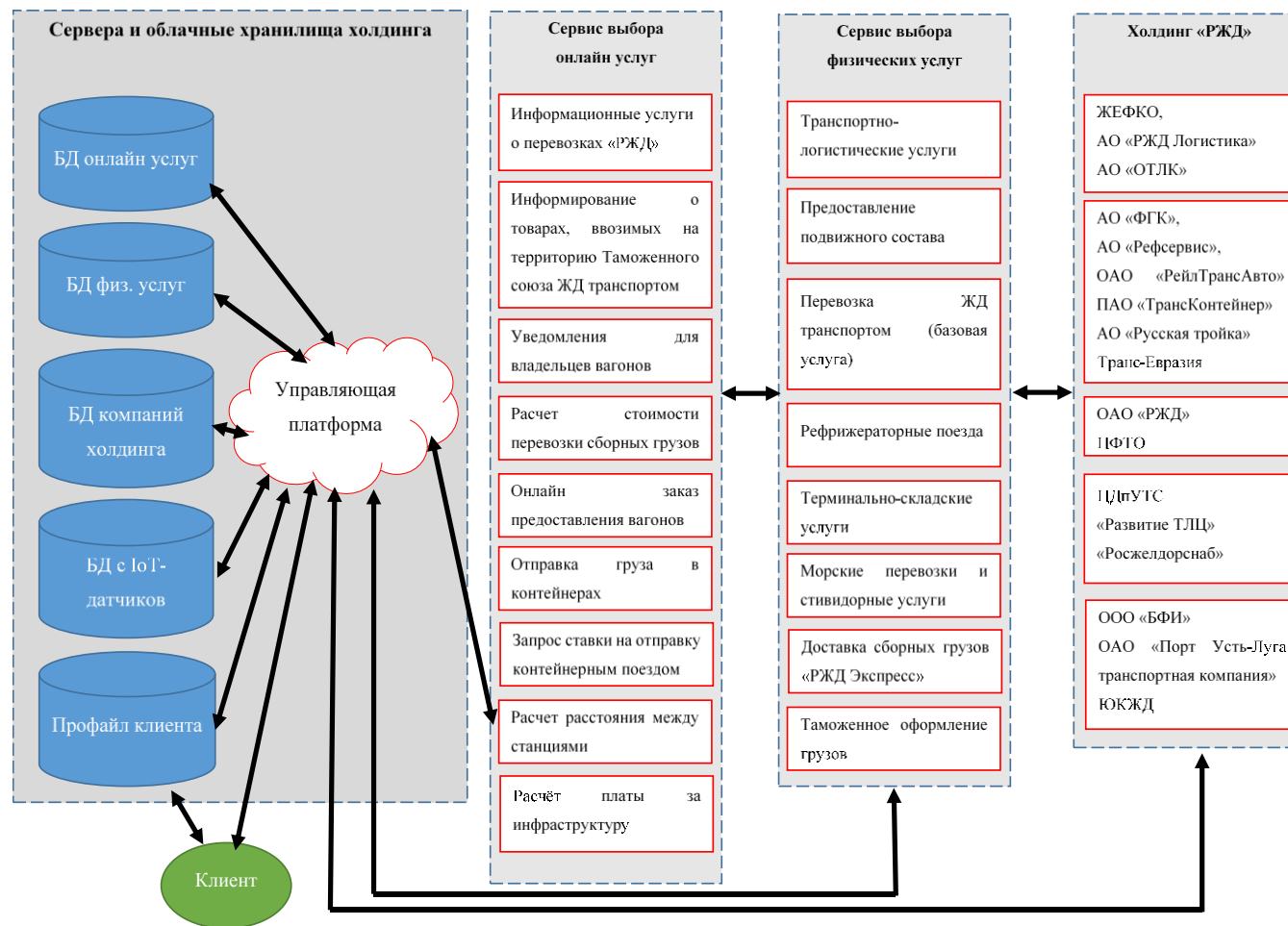
Клиент вносит информацию о типе груза, адресе доставки, условиях хранения и транспортировки груза в базу данных – профайл клиента – через мобильное приложение или веб-сайт. Там же клиент выбирает из списка предложенных онлайн и физических услуг необходимый пакет.

Управляющая платформа собирает информацию о доступности инфраструктуры, оборудования, подвижного состава и о ценах из соответствующих баз данных – онлайн услуг, физических услуг, компаний холдинга – и агрегирует их в профайле клиента как предложение услуги на определённых условиях. То есть вместо длительного цикла взаимодействия клиента, ОАО «РЖД» и других компаний холдинга «РЖД», обмена электронными письмами и агрегации информации от каждой компании в отдельности, управляющая платформа автоматизирует данные бизнес-процессы.

Далее управляющей платформой формируется пакет документов к подписанию клиентом и холдингом «РЖД», который также доступен в профайле клиента.

Далее управляющая платформа подгружает информацию о статусе заказа грузоперевозок в профайл клиента в зависимости от выбранного им пакета. В него могут входить данные о: местонахождении транспорта и груза, состоянии груза, атрибуты груза, идентификация транспорта, документы к заполнению, сумма к оплате. Информация собирается из баз данных – онлайн услуг, физических услуг, компаний холдинга, IoT датчиков.

Представленная ниже модель соответствует ранее описанному функциональному направлению «Автоматизация операций», применяющемуся для автоматизации часто повторяющихся операций с целью повышения эффективности работы и, как следствие, степени удовлетворенности клиентов. Базовая модель обмена информацией при заказе клиентом грузоперевозок после внедрения Интернета вещей может выглядеть следующим образом (рисунок 4):



**Рис. 4.** Базовая модель обмена информацией при заказе клиентом грузоперевозок

## **Выводы**

В рамках 4<sup>го</sup> этапа исследования «Рекомендации к внедрению IoT», во-первых, составлена матрица RACI. Каждому из шести этапов (за исключением этапа 1 «формирование проектной команды») методики внедрения Интернета вещей в холдинге «РЖД» – анализ технологии IoT, анализ факторов макросреды и микросреды, определение функциональных направлений внедрения IoT, разработка ССП, определение конечной конфигурации системы IoT и планирование ресурсов, запуск пилотного проекта – поставлены в соответствие члены кросс-функциональной команды: ответственный, исполнители заданий, консультанты и информируемые лица.

Во-вторых, для наглядной демонстрации изменений в процессах холдинга «РЖД» после внедрения технологии Интернета вещей была построена базовая модель обмена информацией при заказе клиентом грузоперевозок. Данная модель является примером моделей процессов информационного обмена при внедрении Интернета вещей в холдинге «РЖД», с опорой на которые специалисты Интернета вещей будут разрабатывать техническую часть системы Интернета вещей в «РЖД».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной ВКР поставлены три задачи: 1) определение лучших мировых практик по внедрению Интернета вещей в железнодорожной отрасли; 2) выявление задач холдинга «РЖД» к решению посредством применения технологии Интернета вещей; 3) разработка шагов и рекомендаций по внедрению Интернета вещей в холдинге «РЖД».

Как результат выполнения первой задачи, определены и проанализированы четыре практики внедрения технологии Интернета вещей железнодорожной отрасли, описанные в исследованиях Berg M. «Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector», Fraga-Lamas P. «Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways», Ohyun J. «Internet of Things for Smart Railway: Feasibility and Applications» и Gaiser K. «Integrating IoT Sensor Technology into the Enterprise – Intel Report». Было выявлено, что каждое из данных исследований включает анализ технологии Интернета вещей; выделения сильных и слабых сторон конкретной железнодорожной отрасли, влияющих на применение инструментов Интернета вещей; анализ политических, Экономических, социальных и технологических факторов внедрения Интернета вещей; разработку подготовительных этапов перед полномасштабным внедрением технологии.

Как результат выполнения второй задачи, проведены анализ документации холдинга «РЖД», серия экспертных интервью с представителями холдинга «РЖД», PEST и SWOT анализы для оценки внешней и внутренней среды. На их основании выделены следующие проблемы холдинга «РЖД» и отрасли в целом к решению: низкое качество и безопасность инфраструктуры и материально-технической базы, высокие финансовые и временные издержки мониторинга и обеспечения транспортной безопасности на железных дорогах, низкоквалифицированные специалисты по мониторингу инфраструктуры, простои подвижного состава на путях, отставание от графиков, убыточность деятельности холдинга «РЖД», несоответствие международным стандартам качества, рост конкуренции со стороны альтернативных видов транспорта.

Как результат выполнения третьей задачи и главный итог ВКР, на основе анализа исследований внедрения Интернета вещей, разработана семиэтапная методика внедрения Интернета вещей в холдинге «РЖД», направленная на совершенствование бизнес-процессов грузовых железнодорожных перевозок холдинга «РЖД». Данная методика состоит из следующих этапов: 1) формирование проектной команды, 2) анализ технологии IoT, 3) анализ факторов макросреды и микросреды, 4) определение функциональных направлений внедрения IoT, 5) разработка ССП, 6) определение конечной конфигурации системы IoT и планирование ресурсов, 7) запуск пилотного проекта. Методика включает

сбор и анализ первичных и вторичных данных, на основании которых проанализированы и адаптированы под холдинг «РЖД» определение, принципы функционирования, эталонная модель Интернета вещей. В рамках семи этапов, во-первых, определена кросс-функциональная проектная команды, состоящая из 18 членов, и роли каждого специалиста по выполнению задач этапов через матрицу RACI. Во-вторых, для определения конечной конфигурации IoT классифицирована информация при осуществлении грузоперевозок, которую необходимо собрать и передать для дальнейшего анализа: об атрибутах груза, для идентификации транспорта, о трафике и инфраструктуре, для трекинга транспорта и груза, о состоянии груза, об операциях на складе. Исходя из потребностей холдинга «РЖД», определены функциональные направления внедрения Интернета вещей: «превентивный контроль», «дистанционная диагностика» и «автоматизация операций». Как пример, разработана базовая модель обмена информацией между холдингом «РЖД» и клиентом при заказе грузоперевозок после внедрения Интернета вещей, соответствующая функциональному направлению «автоматизация операций». В-третьих, определены базовые технологии к приобретению и установке холдингом: беспроводные сенсорные сети, облачные технологии, туманные вычисления, интеллектуальные датчики, RFID. В-четвёртых, проанализированы основные информационные, технологические, операционные и экономические барьеры и стимулы внедрения Интернета вещей, включающие: доступность данных, скорость их обработки, эффект больших данных, возможность хранения колоссальных объемов информации, доступность технологий, рациональное использование ресурсов, снижение ошибок, общепринятая стандартизация, снижение затрат, рост удовлетворённости клиентов, безопасность, нежелание делиться информацией, время работы батарей, инфраструктура, особенности климата, отсутствие единых стандартов, отсутствие компетенций, бюрократию, относительно высокие начальные инвестиции. В-пятых, для мониторинга прогресса и оценки эффективности внедренной системы IoT разработана упрощённая ССП, включающая 15 стратегических целей в сумме по каждому из четырех направлений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов, И. Оценка деятельности организаций: подход Р. Каплана и Д. Нортонa [Электронный ресурс] / И. Баранов // Российский журнал менеджмента. — 2004. — Т.2, №3. — С. 63-69. — Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9227792> (дата обращения: 12.03.2018).
2. Беспроводные сенсорные сети [Электронный ресурс] // Geektimes. — 2010. — Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/95011/> (дата обращения: 12.04.2018).
3. Васильев, И. Проблема организации грузовых работ на железной дороге контейнерного терминала [Электронный ресурс] / И. Васильев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2013. — №3 (174). — С. 67-73. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/problema-organizatsii-gruzovyh-rabot-na-zheleznoy-doroge-konteynernogo-terminala> (дата обращения: 12.03.2018).
4. Введение платы за простой вагонов на путях общего пользования [Электронный ресурс] // РЖД Партнёр.ру. — Режим доступа: <http://www.rzd-partner.ru/news/zheleznodorozhnaia-infrastruktura/vvedenie-platy-za-prostoi-vagonov-na-putiakh-obshchego-pol'zovaniia/> (дата обращения: 23.01.2018).
5. Все, что вы хотели узнать о RFID-технологии [Электронный ресурс] // РСТ Инвент. — Режим доступа: <http://www.rst-invent.ru/faq/> (дата обращения: 12.04.2018).
6. Главная страница сайта грузоперевозок «РЖД» [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании ОАО «РЖД». — Режим доступа: <http://cargo.rzd.ru/> (дата обращения: 15.03.2018).
7. Глазунов, С. Чем полезны облачные технологии для предпринимателя [Электронный ресурс] / С. Глазунов // «Контур»: теория бизнеса. — 2013. — Режим доступа: <https://kontur.ru/articles/225> (дата обращения: 12.04.2018).
8. Датчики [Электронный ресурс] // IoT.ru: Новости Интернета вещей. — Режим доступа: <https://iot.ru/wiki/datchiki> (дата обращения: 13.05.2018).
9. Доля экспортных перевозок на железнодорожном транспорте будет расти [Электронный ресурс] // АНО «ИПЕМ». — Режим доступа: <http://ipem.ru/news/ipem/1002.html> (дата обращения: 25.01.2018).
10. Железная дорога и автоперевозчики конкурируют за грузы [Электронный ресурс] // Ведомости. — Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2014/12/02/rzhd-teryet-klientov> (дата обращения: 05.05.2018).

11. Железнодорожные метеорологические системы и датчики [Электронный ресурс] // Vaisala. — Режим доступа: <http://www.vaisala.ru/ru/roads/products/railweathersystemsandsensors/Pages/default.aspx> (дата обращения: 13.05.2018).
12. Железнодорожный транспорт [Электронный ресурс] // ISBC RFID. — Режим доступа: <http://www.isbc-rfid.ru/applications/trains/> (дата обращения: 07.03.2018).
13. Интеллектуальные датчики и их использование [Электронный ресурс] // Electrical School. — 2016. — Режим доступа: <http://electricalschool.info/automation/1829-intellektualnye-datchiki-i-ikh.html> (дата обращения: 12.04.2018).
14. Интернет вещей: как не дать кофемашине себя ограбить [Электронный ресурс] // Блог DTI Algorithmic — 2017. — Режим доступа: <http://blog.dti.team/poleznое-chteniye-na-vihodnih-kak-ne-dat-kofemacshine-sebya-ograbit/#perspektivy-primeneniya> (дата обращения: 07.02.2018).
15. Комплексная защита в Интернете вещей [Электронный ресурс] // Microsoft Azure. — 2018. — Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/iot-suite/securing-iot-ground-up> (дата обращения: 13.05.2018).
16. Конкуренция на железнодорожном рынке становится все жестче [Электронный ресурс] // Газета Коммерсантъ. — Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/2927935> (дата обращения: 25.01.2018).
17. Куприяновский, В. Интернет вещей на промышленных предприятиях [Электронный ресурс] / В. Куприяновский, Д. Намиот, В. Дрожжинов // International Journal of Open Information Technologies. — 2016. — Т.4, №12. — С. 69-78. — Режим доступа: [injoit.org/index.php/j1/article/download/358/330](http://injoit.org/index.php/j1/article/download/358/330) (дата обращения: 16.03.2018).
18. Лесной коллапс: вагоны в избытке, теперь проблема в погрузке [Электронный ресурс] // ГородКиров.ру. — Режим доступа: <https://gorodkirov.ru/content/article/lesnoj-kollaps-vagonyi-v-izbyitke-teper-problema-v-pogruzke-20110504-1111/> (дата обращения: 05.05.2018).
19. Неяскин, Г. Что такое «туманные вычисления»? [Электронный ресурс] / Г. Неяскин // Republic. — 2016. — Режим доступа: <https://republic.ru/posts/70227> (дата обращения: 12.04.2018).
20. ОАО "РЖД" сегодня [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «РЖД». — Режим доступа: [http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=628](http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=628) (дата обращения: 25.01.2018).
21. ОАО «Российские железные дороги» [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «РЖД». — Режим доступа:



- [http://rzd.company/index.php/OAO\\_\"Российские\\_железные\\_дороги\"](http://rzd.company/index.php/OAO_\) (дата обращения: 25.01.2018).
22. Обзор компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=62](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=62) (дата обращения: 13.05.2018).
23. Основные показатели эксплуатационной работы железных дорог [Электронный ресурс] // Учебно-образовательный портал «Все лекции». — Режим доступа: <http://vse-lekcii.ru/zheleznodorozhnyj-transport/uer/pokazateli-ekspluatacionnoj-raboty> (дата обращения: 25.04.2018).
24. Отчетность компании [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=32](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=32) (дата обращения: 13.05.2018).
25. Показатели основной деятельности [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». – Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=31](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=31) (дата обращения: 23.01.2018).
26. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 19 мая 2014 г.: № 315н «Об утверждении профессионального стандарта “Инженер-радиоэлектронщик”» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://япрофессионал.рф/полный-профстандарт-№-102-инженер-радио/> (дата обращения: 11.05.2018).
27. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 декабря 2015 г.: № 1126н «Об утверждении профессионального стандарта “Рабочий по монтажу приборов и аппаратуры автоматического контроля, регулирования, управления”» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=51862](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=51862) (дата обращения: 11.05.2018).
28. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 31 окт. 2014 г.: №866н «Об утверждении профессионального стандарта “Инженер связи (телекоммуникаций)”» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70812640/> (дата обращения: 11.05.2018).
29. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации». – Режим доступа: [http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (дата обращения: 13.05.2018).

30. Промышленный интернет вещей [Электронный ресурс] // TadViser. — Режим доступа: [www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИIoT\\_-\\_Industrial\\_Internet\\_of\\_Things\\_\(Промышленный\\_интернет\\_вещей\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИIoT_-_Industrial_Internet_of_Things_(Промышленный_интернет_вещей)) (дата обращения: 14.03.2018).
31. Реквизиты и документы [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». — Режим доступа: [http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=47](http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=47) (дата обращения: 13.05.2018).
32. РЖД в цифрах [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «РЖД» — Режим доступа: [http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=5232](http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5232) (дата обращения: 25.01.2018).
33. Рубрикатор документов «РЖД» [Электронный ресурс] // Официальный сайт «РЖД». — Режим доступа: <http://doc.rzd.ru/> (дата обращения: 28.01.2018).
34. Рынок перевозок ЖД транспортом [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВШЭ. — Режим доступа: [progdp.com/news/news-rzd/operator-companies/ind-operatorov-1-kv-2015](http://progdp.com/news/news-rzd/operator-companies/ind-operatorov-1-kv-2015) (дата обращения: 25.01.2018).
35. Сорокина, А. Как повысить результативность оценки деятельности железных дорог ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] / А. Сорокина, О. Трофимова // Транспортное дело России. — 2017. — Т.1, №4. — С. 68-71. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kak-povysit-rezultativnost-otsenki-deyatelnosti-zheleznih-dorog-oao-rzhd> (дата обращения: 25.04.2018).
36. Спутниковый мониторинг транспорта (ГЛОНАСС/GPS) [Электронный ресурс] // GPSHome. — Режим доступа: <http://www.gpshome.ru/> (дата обращения: 13.05.2018).
37. Суконников, Г. Применение технологии «Интернет вещей» в ОАО «РЖД» / Г. Суконников // Доклады с заседания по вопросам внедрения «Интернета вещей». — 2017. — С. 3.
38. Трофимова, О. Оценка реализации стратегии транспортной компании на основе ключевых показателей эффективности (КПЭ) [Электронный ресурс] / О. Трофимова // Транспортное дело России. — 2017. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/otsenka-realizatsii-strategii-transportnoy-kompanii-na-osnove-klyuchevykh-pokazateley-effektivnosti-kpe> (дата обращения: 25.04.2018).
39. Хомич, В. Система сбалансированных показателей: преимущества и недостатки [Электронный ресурс] / В. Хомич, А. Антончев // Начуная библиотека ТГУ. — 2006. — С. 80-81. — Режим доступа: [sun.tsu.ru/mminfo/000063105/300\(II\)/image/300\\_2\\_080\\_081.pdf](http://sun.tsu.ru/mminfo/000063105/300(II)/image/300_2_080_081.pdf) (дата обращения: 25.03.2018).

40. Что такое интернет вещей Internet of Things [Электронный ресурс] // Информационный портал TadViser. — Режим доступа: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Что\\_такое\\_интернет\\_вещей\\_\(Internet\\_of\\_Things,\\_IoT\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Что_такое_интернет_вещей_(Internet_of_Things,_IoT)) (дата обращения: 07.02.2018).
41. Штейнер, П. Умные ИТ-решения для Интернета вещей [Электронный ресурс] // «ИКС-Журнал» – деловой журнал для бизнеса в сфере Телеком-ИТ-Медиа. — Режим доступа: <http://www.iksmedia.ru/articles/5431648-Umnye-ITresheniya-dlya-interneta.html> (дата обращения: 19.04.2018).
42. Экспертные интервью с заместителем начальника службы корпоративной информации Октябрьской ЖД – филиала ОАО «РЖД», Горбатовых Андреем Викторовичем; специалистом IT-департамента и ответственным за управление бизнес-процессами в ОАО «РЖД» // Из личного архива автора (24.03.2018).
43. «ВСТО-2» переориентирует часть нефти с железной дороги на трубопроводный транспорт [Электронный ресурс] // Газета «Гудок». — Режим доступа: <http://www.gudok.ru/freighttrans/?ID=1302708> (дата обращения: 28.01.2018).
44. «Интернет вещей» (IoT) в России [Электронный ресурс] // Отчёт PwC. – 2017. – Режим доступа: [https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research_rus.pdf) (дата обращения: 20.02.2018). – С. 29-34.
45. About Roll2Rail [Электронный ресурс] // Roll2Rail – Режим доступа: <http://www.roll2rail.eu/> (дата обращения: 11.03.2018).
46. Berg, M. Implementing Internet of Things in the Swedish Railroad Sector / M. Berg, M. Nordlindh // Department of Informatics and Media Uppsala University Sweden. – 2012. – P. 5-25.
47. Building the internet of things [Электронный ресурс] // CISCO Report. — 2014. — Режим доступа: [http://cdn.iotwf.com/resources/72/IoT\\_Reference\\_Model\\_04\\_June\\_2014.pdf](http://cdn.iotwf.com/resources/72/IoT_Reference_Model_04_June_2014.pdf) (дата обращения: 05.03.2018).
48. Chunling, S. Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things / S. Chunling // SciVerse Science Direct. — 2012. — P. 105-109.
49. Cisco Fog Computing Solutions: Unleash the Power of the Internet of Things [Электронный ресурс] // Официальный сайт «Cisco». — 2015. — Режим доступа: <https://www.itproportal.com/features/the-top-5-most-successful-iot-business-models/> (дата обращения: 20.04.2018).
50. Ferretti, M. Internet of Things and business processes redesign in seaports: The case of Hamburg [Электронный ресурс] / M. Ferretti // Business processes management journal. База данных EmeraldInsight. — 2016. — Vol. 22, Iss. 2. — p. 271–284. — Режим

- доступа: <http://proxy.library.spbu.ru:2155/doi/full/10.1108/BPMJ-05-2015-0079> (дата обращения: 05.03.2018).
51. Fraga-Lamas, P. Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways / P. Fraga-Lamas, L. Castedo // MPDI: Sensors Open Access Journal. — 2017. — №17 (1457). — P. 5-25.
  52. Frederico, G. Measuring Performance in Rail Freight Transportation Companies [Электронный ресурс] / G. Frederico // International Business Research. — 2017. — Vol. 10, №. 11. — Режим доступа: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/viewFile/70427/38814> (дата обращения: 04.05.2018).
  53. Gaiser, K. Integrating IoT Sensor Technology into the Enterprise / K. Gaiser // Intel Report. — 2015. — P. 3-10.
  54. Guilherme, F. Measuring Performance in Rail Freight Transportation Companies [Электронный ресурс] / F. Guilherme // International Business Research. — 2017. — Vol. 10, №. 11. — Режим доступа: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/viewFile/70427/38814> (дата обращения: 04.05.2018).
  55. Hackathorn R. The BI Watch: Real-Time to Real Value / R. Hackathorn // DM Review. — 2004.
  56. Internet of Things Global Standards Initiative [Электронный ресурс] // International Telecommunication Union (ITU) — Режим доступа: <https://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx> (дата обращения: 04.02.2018).
  57. Internet of Things World Forum [Электронный ресурс] // Официальный сайт конференции IoT World Forum. — Режим доступа: <http://www.iotwf.com/> (дата обращения: 13.05.2018).
  58. IoT Security and Scalability on Intel® IoT Platform [Электронный ресурс] // Intel. — Режим доступа: <https://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/iot-platform.html> (дата обращения: 13.05.2018).
  59. Jamieson, D. The top 5 most successful IoT business models [Электронный ресурс] / D. Jamieson // IT-ProPortal. — 2017. — Режим доступа: <https://www.itproportal.com/features/the-top-5-most-successful-iot-business-models/> (дата обращения: 11.02.2018).
  60. Kotis, K. An ontology for the automated deployment of applications in heterogeneous IoT environments / K. Kotis // VTT Technical Research Centre of Finland. — 2013. — P. 2-7.

61. Kvale, S. Introduction to Interview Research / S. Kvale // Doing Interviews. База данных Sage. – 2007. – P. 3-9.
62. Lamarre, E. Making sense of Internet of Things platforms [Электронный ресурс] / E. Lamarre // McKinsey & Company — 2017. — Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/making-sense-of-internet-of-things-platforms> (дата обращения: 20.04.2018).
63. Lopes, O. RFID and the Internet of things in freight and handling operations / O. Lopes // Instituto Superior de Economia e Gestao. – 2010. – P. 1-10.
64. Macaulay, J. 2015 Internet of things in logistics DHL trend research / Macaulay J. // Cisco Consulting Services A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry. — 2015. — P. 11-29.
65. Methodology [Электронный ресурс] // Sage Research Methods data base. — Режим доступа: <http://methods.sagepub.com.ezproxy.gsom.spbu.ru:2048/Search/Results> (дата обращения: 20.04.2018).
66. Mubarak, A. On big data management in internet of things / A. Mubarak // Department of Computer Science, University of Science and Technology. — 2016. — P. 18-25.
67. Ohyun, J. Internet of Things for Smart Railway: Feasibility and Applications [Электронный ресурс] / J. Ohyun // IEEE Internet of Things Journal. База данных Scopus. – 2017. – Режим доступа: <http://proxy.library.spbu.ru:2242/document/8026132/?reload=true> (дата обращения: 08.03.2018).
68. Rabatel, J. Anomaly Detection in Monitoring Sensor Data for Preventive Maintenance / J. Rabatel // Expert Systems with Applications. – 2011. – P. 2-12.
69. Salkind, N. Research Design Principles [Электронный ресурс] / N. Salkind // Encyclopedia of Research Design. Sage Research Methods. — 2010. — Режим доступа: <http://methods.sagepub.com.ezproxy.gsom.spbu.ru:2048/Reference//encyc-of-research-design/n381.xml> (дата обращения: 02.02.2018).
70. Securing the Internet of Things: A Proposed Framework [Электронный ресурс] // Cisco. — 2013. — Режим доступа: <https://www.cisco.com/c/en/us/about/security-center/secure-iot-proposed-framework.html> (дата обращения: 13.05.2018).
71. Smirnov, A. Infomobility for Personal Trip Management / A. Smirnov // Intelligent information technologies, mathematical modeling, system analysis and automation. — 2015. — P. 430-434.
72. Smith, M. Role & Responsibility Charting (RACI) [Электронный ресурс] / M. Smith, J. Erwin // California Inland Empire Chapter. — 2017. — Режим доступа:

- [https://pmicie.starchapter.com/images/downloads/raci\\_r\\_web3\\_1.pdf](https://pmicie.starchapter.com/images/downloads/raci_r_web3_1.pdf) (дата обращения: 13.05.2018).
73. Stefanovska, L. Benefits of Using Balanced Scorecard in Strategic and Operational Planning [Электронный ресурс] / L. Stefanovska // Universal Journal of Management. — 2014. — Режим доступа: [www.hrpub.org/download/20140405/UJM4-12102213.pdf](http://www.hrpub.org/download/20140405/UJM4-12102213.pdf) (дата обращения: 25.03.2018).
74. Stenström, C. Performance Indicators of Railway Infrastructure [Электронный ресурс] / C. Stenström, A. Parida, D. Galar // International Journal of Rail way Technology. — 2017. — Режим доступа: [http://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer\\_002101\\_002200/Publikation\\_002159/Performance\\_indicators\\_of\\_railway\\_infrastructure.pdf](http://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer_002101_002200/Publikation_002159/Performance_indicators_of_railway_infrastructure.pdf) (дата обращения: 27.04.2018).
75. Sundmaeker, H. Vision and Challenges for Realising the Internet of Things / H. Sundmaeker // CERP-IoT. – 2010. – P. 43-47.
76. Szilagyi, I. Ontologies and Semantic Web for the Internet of Things – A Survey / I. Szilagyi // MIPS Laboratory, University of Haute-Alsace. — 2016. — 6 стр.
77. Tubis, A. Balanced Scorecard use in Passenger Transport Companies Performing at Polish Market [Электронный ресурс] / A. Tubis, S. Wojciechowska // Procedia Engineering. — 2017. — Vol. 187. — Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817319422> (дата обращения: 03.02.2018).
78. Uckelmann, D. Quantifying the Value of RFID and the EPC / D. Uckelmann // Global Architecture Framework in Logistics. – 2012. – P. 5-17.